

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL DEL JIRÓN CHINCHA ALTA,
CHACHAPOYAS, 2018.**

Autores: Bach. Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo.

Bach. Jaime Pérez Díaz.

Asesor: Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Co-Asesor: Bach. Guillermo Arturo Díaz Jauregui

**CHACHAPOYAS – PERÚ
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL DEL JIRÓN CHINCHA ALTA,
CHACHAPOYAS, 2018.**

Autores: Bach. Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo.

Bach. Jaime Pérez Díaz.

Asesor: Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Asesor: Bach. Guillermo Arturo Díaz Jauregui

**CHACHAPOYAS – PERÚ
2018**

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Sadith Chuquipiondo Mori.

Por ese ejemplo de Valentía, los valores inculcados y ese apoyo incondicional que me brindaste para llegar a ser profesional.

Omar Díaz Yantec.

Por el esfuerzo y sacrificio hecho para llegar a esta etapa de mi vida

A mis queridos abuelos:

Judith María Mori Oyarce

A ti madre linda que diste todo sin pedir nada.

José Leunidas Chuquipiondo Vela

Por los valores inculcados y el cariño que siempre me brindas.

A mis queridos Hermanos:

Evelyn Nicoll Díaz Chuquipiondo y

Bruveck Llesver Díaz Chuquipiondo

Por su Cariño, Apoyo y Confianza.

Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo

DEDICATORIA

A mis padres:

José Rocel Pérez Dávila.

Por todo el apoyo brindado a lo largo de mi formación profesional, y en todas las etapas transcurridas hasta el día de hoy.

María Santos Díaz Díaz.

Por el ejemplo de lucha y de perseverancia inculcada en mi vida demostrándome que la única opción es luchar. Y que gracias a su apoyo incondicional he llegado a esta etapa, quien priorizó mis necesidades por delante de las suyas.

Jaime Pérez Díaz

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO

RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
Vicerrectora De Investigación

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la Tesis titulada **Estudio técnico del sistema de drenaje pluvial del jirón Chincha Alta, Chachapoyas, 2018**, de los tesisistas de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

- ✓ Estudiante. Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo
- ✓ Estudiante. Jaime Pérez Díaz

El suscrito da el visto bueno de la mencionada Tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 27 de noviembre de 2018

Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Asesor

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la Tesis titulada **Estudio técnico del sistema de drenaje pluvial del jirón Chincha Alta, Chachapoyas, 2018**, de los tesisistas de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

- ✓ Estudiante. Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo
- ✓ Estudiante. Jaime Pérez Díaz

El suscrito da el visto bueno de la mencionada Tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 27 de diciembre de 2018

Bach. Guillermo Arturo Díaz Jauregui
Asesor

JURADO EVALUADOR

Lic. José Luis Quispe Osorio
Presidente

Ing. Lucila Arce Meza
Secretaria

Ing. John Hilmer Saldaña Núñez
Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo, identificada con DNI N° 73610868, Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:

Declaro Bajo Juramento

Que:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Estudio técnico del sistema de drenaje pluvial del jirón Chinchá Alta, Chachapoyas, 2018, que presento para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.
2. La Tesis no ha sido plagiada total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni duplicados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicada anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 27 de diciembre de 2018

Loidi Noribel Díaz Chuquipiondo
DNI: 73610868

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Jaime Pérez Díaz, identificado con DNI N° 47023803, Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:

Declaro Bajo Juramento

Que:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Estudio técnico del sistema de drenaje pluvial del jirón Chincha Alta, Chachapoyas, 2018, que presento para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.
2. La Tesis no ha sido plagiada total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni duplicados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 27 de diciembre de 2018

Jaime Pérez Díaz
DNI: 47023803

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	v
JURADO EVALUADOR.....	vi
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1. Variables de estudio operacional.....	3
2.2. Población, muestra y muestreo.....	3
2.2.1. Universo muestral.....	3
2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento	3
2.3.1. Métodos	3
2.3.1.1. Analítico	3
2.3.1.2. Inductivo.....	3
2.3.2. Técnicas	3
2.3.2.1. La observación directa.....	3
2.3.2.2. Recopilación bibliográfica.....	3
2.3.3. Instrumentos	3
2.3.3.1. Registros históricos.....	3
2.3.4. Procedimiento	4
2.3.5. Análisis de datos	4
3. RESULTADOS	5
3.1. Identificación del área de influencia.....	5
3.2. Localización.....	7
3.3. Estudio topográfico.....	7

3.4.	Caudales máximos	7
3.4.1.	Método Racional.....	7
3.4.1.1.	Áreas tributarias y coeficientes de escorrentía de cada red de flujo.....	8
3.4.1.2.	Intensidad de lluvia.....	9
3.4.1.2.1.	Modelo Federich Bell (1969).....	10
3.4.1.2.2.	Modelo del Soil Conservation Service (Scs)	22
3.4.1.3.	Redes de flujo	30
3.4.1.4.	Tiempo de concentración.....	30
3.4.1.5.	Intensidad estimada para el cálculo.	31
3.4.2.	Calculo de los caudales de diseño para las redes de flujo	32
3.5.	Secciones del sistema de drenaje pluvial existente.....	33
3.5.1.	Sección 2.....	34
3.5.2.	Sección 5.....	34
3.6.	Capacidad hidráulica y eficiencia de operación del sistema de drenaje actual	35
3.6.1.	Capacidad hidráulica de secciones	35
3.6.1.1.	Sección 2.....	36
3.6.1.2.	Sección 5.....	37
3.6.2.	Eficiencia de operación de las secciones existentes	37
3.6.3.	Sección 2.....	38
3.6.4.	Sección 5.....	38
3.6.5.	Diseño del sistema de drenaje pluvial	39
3.6.5.1.	Diseño hidráulico de cunetas.....	39
3.6.5.1.1.	Sección hidráulica.....	39
3.6.5.1.2.	Borde libre (bl).....	43
3.6.5.1.3.	Secciones de cunetas asumidas en el diseño del sistema de drenaje pluvial ..	44
3.6.5.2.	Diseño de sumideros.....	44
3.6.5.2.1.	Sumideros de Fondo	44
3.6.5.2.2.	Ubicación de los Sumideros	45
3.6.5.2.3.	Espaciamiento de los sumideros	45
3.6.5.2.4.	Diseño hidráulico de los sumideros	45
3.6.5.2.5.	Rejillas	46
4.	DISCUSIÓN	47
5.	CONCLUSIONES	49
6.	RECOMEDACIONES	50

7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
8.	ANEXOS	52
8.1.	Anexo 1-A	53
8.2.	Anexo 1-B.....	55
8.3.	Anexo 2-A	57
8.4.	Anexo 2-B.....	59
8.5.	Anexo 2-C.....	60
8.6.	Anexo 2-D	65
8.7.	Anexo 2-E.....	68
8.8.	Anexo 3-A	69
8.9.	Anexo 4-A	76
8.9.1.	Panel fotográfico.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas Para 5 y 10 años de Periodo de retorno	8
Tabla 2: Estación pluviométrica	9
Tabla 3: Resumen de las distribuciones y sus precipitaciones máximas probables	19
Tabla 4: Valores de precipitación en mm , para diversos TR y Dt=t	19
Tabla 5: Intensidad máxima en mm/hr para distintos periodos de retorno y diferentes duraciones	20
Tabla 6: Precipitaciones máximas probables en mm en 24 horas para distintos periodos de retorno	26
Tabla 7: Intensidades de precipitación en mm/hr; para diversos TR y Dt=t	27
Tabla 8: Valores de intensidades máximas en mm/hr, para distintos periodos de retorno y tiempos de duración modelo Federich Bell	31
Tabla 9: Caudales de diseño	32
Tabla 10: Características hidráulicas de las secciones 2 y 5.....	34
Tabla 11: Valores del Coeficiente de rugosidad de Manning.....	35
Tabla 12: Capacidad hidráulica: Secciones 2 y 5	37
Tabla 13: Eficiencia de Operación: Secciones 2 y 5	38
Tabla 14: Ancho de Solera en Función de Caudal.....	39
Tabla 15: Factores para la ecuación de Manning	39
Tabla 16: Velocidades Máximas en Hormigón en Función de su Resistencia.....	43
Tabla 17: Borde libre para cada Tramo	43
Tabla 18: Secciones para los tramos.....	44
Tabla 19: Dimensiones de Sumideros	46
Tabla 20: Precipitación(mm) máxima en 24 horas	59
Tabla 21: Áreas tributarias y coeficientes de escorrentía	60
Tabla 22: Tiempos De Concentración	65
Tabla 23: Caudales en las redes de flujo.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen satelital del área de influencia	6
Figura 2: Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia modelo Federich Bell (1969)	21
Figura 3: Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia modelo SCS.....	28
Figura 4:Curvas IDF. modelo Federich Bell Vs modelo SCS	29
Figura 5: Intensidad Máxima (mm/hr) modelo Federich Bell	31
Figura 6: Ejemplo de cálculo de caudales máximos de diseño.....	32
Figura 7: Secciones del sistema de drenaje existente	33
Figura 8: Secciones 2 y 5	34
Figura 9: Sumidero de fondo	45

RESUMEN

La ciudad Chachapoyas presenta altos niveles de sobrecarga pluvial, los mismos que generan erosiones e inundaciones en las partes bajas. El jirón Chincha Alta es un claro ejemplo de la problemática antes descrita, aun cuando este jirón cuenta con un sistema de drenaje pluvial en las últimas cuadras los perjuicios y molestias se perciben de igual magnitud. Entonces ¿qué está pasando con el sistema?, ¿está cumpliendo funcionalmente con la serviciabilidad requerida? al realizar un estudio técnico al sistema de drenaje pluvial del jirón Chincha Alta para determinar la capacidad hidráulica de evacuación y eficiencia de operación con la que disponen sus elementos; nos permitió conocer las causas por las que se están suscitando los inconvenientes. La capacidad hidráulica se determinó partiendo de las características físicas de los elementos del sistema, para posteriormente calcular la eficiencia de operación. Finalmente se planteó el diseño de un sistema de drenaje pluvial para las cuadras 05-10, con la capacidad de evacuar todos los caudales que se concentran a esos puntos.

Palabras clave: Escorrentía, drenaje, eficiencia y diseño.

ABSTRACT

The Chachapoyas city has high levels of stormwater overload, the same ones that generate erosions and floods in the lower parts. The Chincha Alta chirón is a clear example of the problem described above, even though this chirón has a storm drainage system in the last blocks, the damages and discomforts are perceived of equal magnitude. So what is happening with the system? Is it functionally complying with the required serviceability? when carrying out a technical study of the rain drainage system of the Chincha Alta chirón to determine the hydraulic capacity of evacuation and operating efficiency with which its elements are available; it allowed us to know the causes for which the inconveniences are being raised. The hydraulic capacity was determined based on the physical characteristics of the elements of the system, to later calculate the operating efficiency. Finally, the design of a storm drainage system for blocks 05-10 was proposed, with the capacity to evacuate all the flows that are concentrated at those points.

Keywords: Runoff, drainage, efficiency and design.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad Chachapoyas, capital del departamento Amazonas, en tiempos de precipitaciones altas, los niveles de esta alcanzan índices elevados; los que causan problemas a la población. La sobrecarga pluvial genera inundaciones en zonas topográficamente bajas y erosiones en los cursos de agua y/o sistemas de drenaje; impactando desfavorablemente en las superficies expuestas de edificaciones e infraestructura vinculadas a estos espacios. Este fenómeno (objeto de la investigación) se manifiesta en el jirón Chincha Alta afectando negativamente la calidad de vida de las personas y condiciones de durabilidad de la superficie pavimentada de la red vial.

El jirón Chincha Alta es uno de los jirones más transitados de la ciudad de Chachapoyas, y no es posible que teniendo tal importancia en el desarrollo de las actividades de la población esté con este tipo de problemas, urge entonces la necesidad de identificar cuál es el problema de fondo. Si recopilamos investigaciones referentes al tema, para tener la iniciativa de abordar un estudio, encontramos:

En el 2014, Yañez estudió la eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y jr. Santa Rosa, evaluó el estado actual, el diseño hidráulico y las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, en la ciudad de Cajamarca; demostró que las calles estudiadas tienen un sistema de drenaje pluvial cuyas estructuras existentes no cumplen con la capacidad hidráulica suficiente para evacuar los caudales máximos.

En el 2017, Zumaeta y Goñas estudiaron la determinación de escorrentía y su influencia en el diseño del sistema de drenaje en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en esta investigación se aborda la estimación de la escorrentía y su influencia en el diseño de un sistema de drenaje haciendo alusión a la importancia de esta en un diseño.

Basados en los trabajos mencionados se puede ver que una de las causas de la problemática en estudio se generan debido a una insuficiente capacidad hidráulica en los componentes de los sistemas de drenaje pluvial y que para realizar un diseño que asegure una buena funcionalidad, es el estudio detallado de la escorrentía superficial; siendo la que determina los caudales de diseño.

Entonces la iniciativa está direccionada a demostrar ¿Cuál es el estudio técnico del sistema drenaje pluvial en el Jirón Chincha Alta, respecto de su eficiencia de operación? Según problemas identificados de las investigaciones recopiladas se puede deducir que el

problema radica en que “El sistema de drenaje pluvial del jirón Chincha Alta no tiene las capacidades hidráulicas requeridas para evacuar los caudales máximos de escorrentía”. Ahora bien ¿cómo podemos demostrar la afirmación anterior? La manera de llegar a demostrar es sin duda realizando un estudio técnico del funcionamiento del sistema de drenaje pluvial del jirón Chincha Alta, respecto de su eficiencia operativa.

Para realizar el estudio del sistema de drenaje pluvial, se tuvo que conocer la microcuenca, delimitarlo, identificar sus características físicas del área de influencia: como la planimetría y altimetría (áreas, longitudes y pendientes de las redes de flujo); características físicas del suelo que determinan los coeficientes de escorrentía.

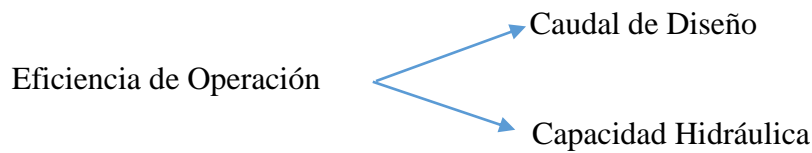
Con información adicional proporcionada por el SENAMHI (datos pluviométricos históricos de precipitaciones máximas en 24 horas observadas en un mes) se graficó las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, de las que se estimó la intensidad máxima (mm/hr) para un periodo de retorno igual al periodo de diseño y una duración igual al tiempo de concentración. La intensidad máxima se utilizó para calcular los caudales máximos haciendo uso del método racional recomendado por la Norma OS.060. Drenaje pluvial urbano.

Para determinar la eficiencia operativa necesitamos las características físicas del sistema de drenaje existente, las cuales se identificaron en campo permitieron calcular la capacidad hidráulica correspondiente las cuadras del sistema; valores con los que se determinó su eficiencia de operación siendo esta la relación del caudal máximo respecto de su capacidad hidráulica respectiva.

Una vez hecho el estudio de identificación del problema se planteó el diseño un sistema de drenaje pluvial integrado de las cuadras 5,6,7,8,9 y 10 del jirón Chincha Alta con la capacidad de evacuar caudales de las cuadras más los caudales concentrados hasta esos puntos, provenientes de otras redes de flujo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Variables de estudio operacional



2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Universo muestral

Para la investigación se utilizó como muestra todas las secciones del sistema de drenaje pluvial existente, cuadras 09 y 10, por lo que hablamos de un universo muestral.

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento

2.3.1. Métodos

2.3.1.1. *Analítico*

Porque se realizó el análisis de cada una de las secciones encontradas en el sistema para determinar sus capacidades hidráulicas y eficiencias de operación.

2.3.1.2. *Inductivo*

Porque a partir de las eficiencias determinadas de las secciones se concluyó la eficiencia del sistema.

2.3.2. Técnicas

2.3.2.1. *La observación directa*

Porque se tuvo que realizar la observación en campo para determinar y caracterizar el área de influencia y el sistema de drenaje existente.

2.3.2.2. *Recopilación bibliográfica*

Porque se utilizó la información bibliográfica de precipitación histórica proporcionada por el SENAMHI.

2.3.3. Instrumentos

2.3.3.1. *Registros históricos*

Porque se utilizó los registros históricos de precipitación máxima en 24 horas registrados por el SENAMHI.

2.3.4. Procedimiento

Se efectuarán los siguientes pasos:

Para la obtención de datos, el estudio se realizará en tres partes:

Pre Campo:

- Planificación de las actividades para realizar el estudio.
- Recopilación de información referente al tema.
- Recolección de datos históricos de registros pluviométricos.

Campo:

- Reconocimiento y delimitación del área de influencia.
- Levantamiento topográfico y caracterización de las microcuencas.
- Identificar el tramo que posee sistema de drenaje pluvial.
- Caracterizar el sistema de drenaje pluvial existente.

Post Campo:

- Análisis de la información obtenida.
- Evaluar la capacidad hidráulica y la operatividad del sistema de drenaje pluvial existente.
- Diseñar un sistema de drenaje pluvial para el jirón Chincha Alta.

2.3.5. Análisis de datos

Análisis de datos históricos de registros pluviométricos de precipitaciones máximas mensuales en 24 horas. Con estadística descriptiva y las distribuciones Normal logNormal 2 parámetros, logNormal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros Gamma 3 parámetros, log-pearson tipo III, Gumbel y LogGumbel, utilizando estas distribuciones se ha encontrado la probabilidad de ocurrencia de la precipitación máxima en mm en 24 horas, para un periodo de retorno y un riesgo admisible.

3. RESULTADOS

3.1. Identificación del área de influencia

En campo se identificó que las cuadras del jirón Chincha Alta drenan hacia dos lados de acuerdo a las pendientes de las calles que son las que determinan el sentido del flujo, las cuadras iniciales (01, 02, 03 y casi toda la cuadra 04) discurren sus aguas hacia el jirón Libertad, las cuadras finales (parte de la cuadra 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10) drenan hacia el colector principal ubicado en las intersecciones del jirón en estudio y el jirón los Ángeles. De las dos microcuencas que determina el jirón, se estudió la microcuenca perteneciente a las cuadras finales, puesto que es en estas que se encuentra el sistema de drenaje pluvial. Hacia las cuadras finales del jirón Chincha Alta drenan otros jirones, de los cuales se seleccionaron los que descargan directamente en este; puesto que algunas calles drenan a sistemas ya existentes paralelas al jirón en estudio. La siguiente figura muestra la delimitación del área de influencia.

Al realizar la identificación en campo del área de influencia se determinó que la totalidad de la microcuenca es la siguiente:

3.2. Localización

El área de influencia para el sistema de drenaje del jirón Chincha Alta esta tiene la siguiente ubicación:

Sistema de coordenadas		Ubicación política	
Datum	: WGS84	Barrio	: Santo Domingo
Hemisferio	: Sur	Localidad	: Chachapoyas
Zona	: 18M	Distrito	: Chachapoyas
Este	: 181972.160	Provincia	: Chachapoyas
Norte	: 9310612.425	Región	: Amazonas
		País	: Perú

El Anexo 1-A detalla la localización y la ubicación del área de influencia.

3.3. Estudio topográfico

Para obtener el plano topográfico (Anexo 1-B), se realizó el levantamiento con equipos de topografía de alta precisión como son: Estación total, GPS navegador, prismas. Los puntos tomados fueron: De estructuras existentes buzones, cajas de agua, cajas de desagüe, postes, rejillas de sumideros, pavimento, veredas y límite de casa; BM's (Bench Mark) que necesitaríamos para realizar un posterior replanteo.

3.4. Caudales máximos

Los caudales máximos serán calculados según lo dispuesto en la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano, del Reglamento Nacional de Edificaciones. Considerando que la cuenca es menor a 13km².

3.4.1. Método Racional

Este método considera que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta (Dt) es igual al tiempo de concentración (tc). Cuando así ocurre, toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida.

La ecuación para calcular el caudal por medio del Método Racional es la siguiente:

$$Q = 0.278 * I * \sum_{i=1}^m C_i * A_i \dots\dots\dots \text{Ec. 01}$$

Donde:

Q: Caudal pico en m³/s.

I: Intensidad de la lluvia de diseño en mm/hora.

A: Área de la subcuenca o microcuenca en km².

C: Coeficiente de escorrentía de la subcuenca o microcuenca.

3.4.1.1. Áreas tributarias y coeficientes de escorrentía de cada red de flujo

Cada cauce cuenta con un área tributaria que discurre sus aguas hacia este, el área mencionada cuenta con un coeficiente de escorrentía. La selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).
- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

Tabla 1: Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas Para 5 y 10 años de Periodo de retorno

Características de la superficie	Coeficiente de Escorrentía
Calles	
Pavimento Asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de Adoquines	0.70 a 0.85
Veredas	
Techos y Azoteas	0.75 a 0.95
Césped, suelo arenoso	
Plano (0-2%) Pendiente	0.05 a 0.10
Promedio (2%-7%) Pendiente	0.10 a 0.15
Pronunciado (>7%) Pendiente	0.15 a 0.20
Césped, suelo arcilloso	
Plano (0-2%) Pendiente	0.13 a 0.17
Promedio (2%-7%) Pendiente	0.18 a 0.22
Pronunciado (>7%) Pendiente	0.25 a 0.35
Praderas	0.2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2016

Los coeficientes de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas se estimaron como un promedio ponderado.

$$C = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2 + \dots + C_n * A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots Ec. 02$$

Dónde:

C: coeficiente de escorrentía ponderado.

Ci: coeficiente de escorrentía para el área “i”.

Ai: área parcial “i”.

Nota: Las áreas tributarias se calcularon para cada tramo (Anexo 2-A).

Áreas tributarias y coeficientes de escorrentía (Anexo 2-B).

3.4.1.2. *Intensidad de lluvia*

La intensidad de lluvia se determinó usando la curva Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) aplicable a la zona urbana del estudio, con una duración igual al tiempo de concentración de la microcuenca, y frecuencia (periodo de retorno) igual al periodo de diseño de la obra de drenaje, en este caso 10 años.

Información pluviométrica

La información pluviométrica recolectada es la de la estación Chachapoyas, cuyos datos están conformados por las precipitaciones (mm) máximas en 24 horas. Con una cantidad de años igual a 20.

Tabla 2: Estación pluviométrica

Estación Chachapoyas			
Longitud	: 77° 52' W	Distrito	: Chachapoyas
Latitud	: 6° 12' S	Provincia	: Chachapoyas
Altitud	: 2450 m.s.n.m.	Región	: Amazonas

Fuente: SENAMHI Chachapoyas

El Anexo 2-C detalla las precipitaciones máximas.

La intensidad máxima de precipitación se calculó mediante dos modelos:

3.4.1.2.1. **Modelo Federich Bell (1969)**

Con este modelo es posible calcular la precipitación máxima probable e intensidad máxima, asociada a un periodo de retorno y duración de lluvia, usando como valor índice una lluvia de duración de una hora y un periodo de retorno común de 10 años utilizando la siguiente expresión:

$$P_T^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{T_R=10}^{t=60'} \dots\dots\dots \text{Ec. 03}$$

Donde:

$P_T^{T_R}$: lámina de lluvia en un tiempo “t”(min) para un periodo de retorno “TR” (años)

$P_{T_R=10}^{t=60'}$: Lámina de lluvia para un periodo de retorno T= 10 años y t= 60 minutos

T_R : Tiempo de retorno en años

t : Periodo de duración = al tiempo de concentración en minutos

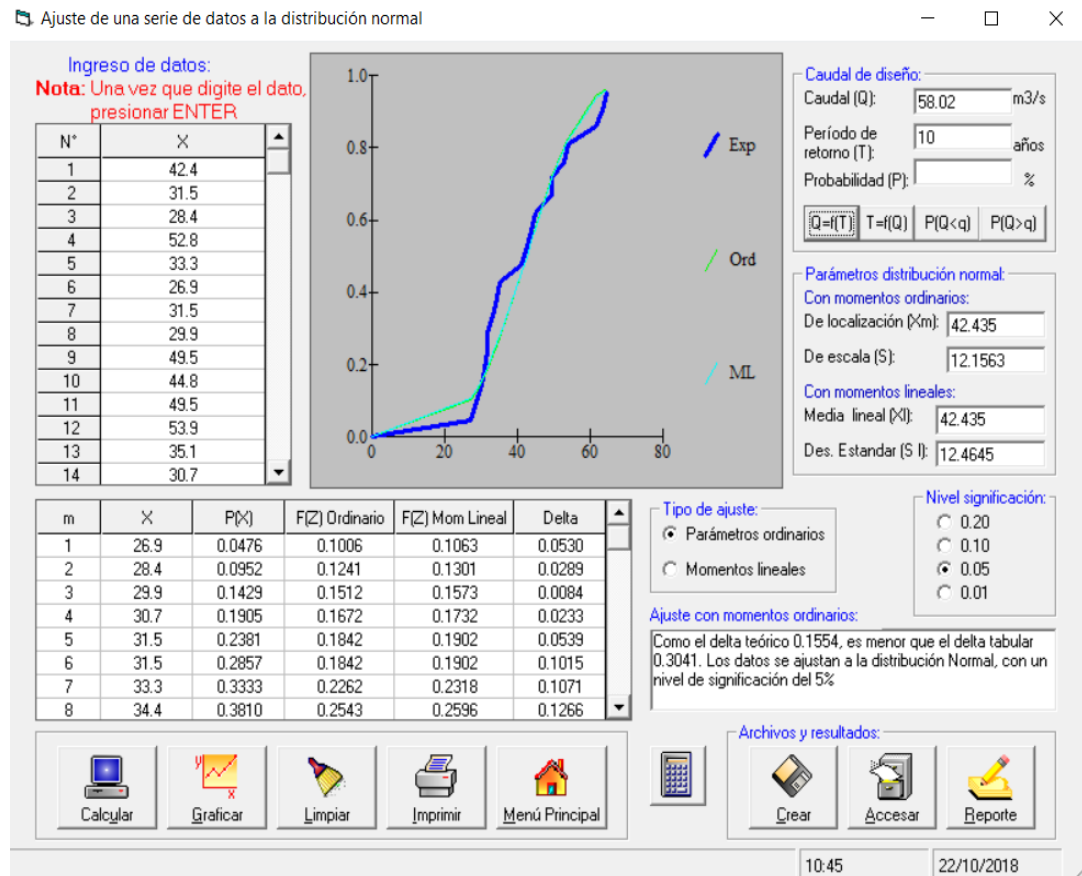
La lámina de lluvia para una duración de 1 hora y un periodo de retorno de 10 años, lo obtenemos de la siguiente ecuación:

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=1h} = 0.3862 P_{\text{máx } 24 \text{ horas}}^{T_R=10 \text{ años}} \dots\dots\dots \text{Ec. 04}$$

Ahora calculamos la precipitación máxima probable en mm, en 24 horas, para un periodo de retorno de 10 años, para lo cual hacemos uso del software especializado en distribuciones estadísticas para cálculos de datos pluviométricos “HidroEsta”.

Distribución Normal

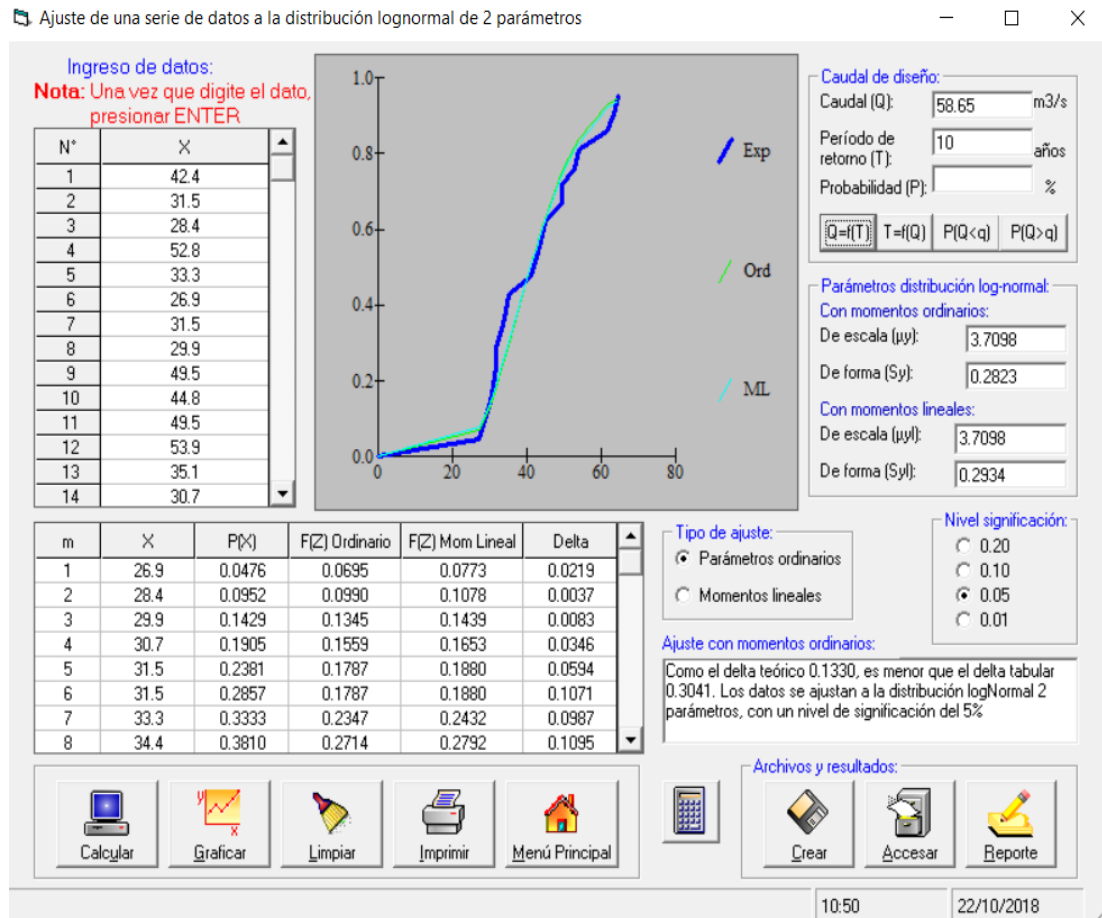
Para una distribución Normal obtenemos los siguiente:



Con la distribución Normal, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 horas es de 58.02 mm.

Distribución LogNormal 2 Parámetros

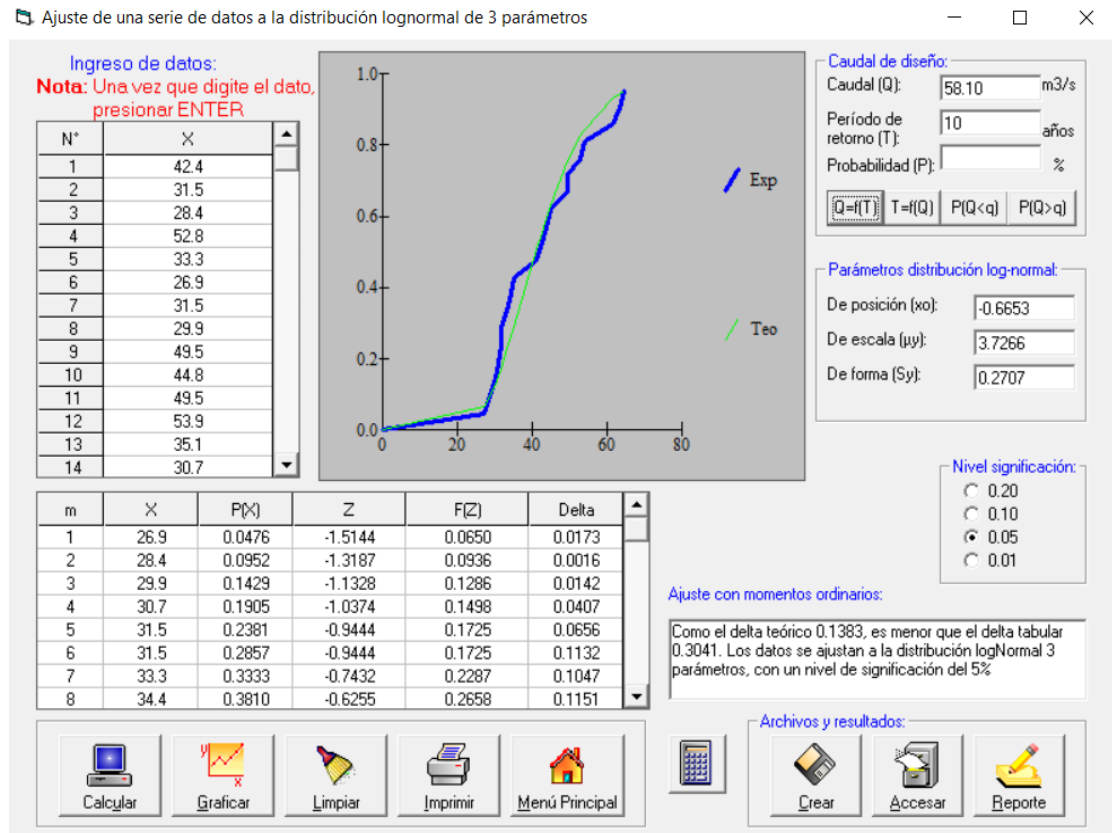
Para una distribución logNormal 2 parámetros obtenemos:



Con la distribución logNormal 2 parámetros, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 horas es de 58.65 mm.

LogNormal 3 Parámetros

Para una distribución logNormal 3 parámetros obtenemos:



Esta observación nos indica que la información se ajusta a la distribución logNormal 3 parámetros con un nivel de significancia del 5%.

Con la distribución logNormal 3 parámetros, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 hora es de 58.10 mm.

Distribución De Gamma De 2 Parámetros

Para una distribución de Gamma de 2 parámetros obtenemos:

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	42.4
2	31.5
3	28.4
4	52.8
5	33.3
6	26.9
7	31.5
8	29.9
9	49.5
10	44.8
11	49.5
12	53.9
13	35.1
14	30.7

Exp
 Ord
 ML

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 57.88 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gamma 2 par:
 Con momentos ordinarios:
 De forma (gamma): 13.268
 De escala (beta): 3.1983
 Con momentos lineales:
 De forma (gamma): 5.8136
 De escala (beta): 7.2993

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	26.9	0.0476	0.0737	0.1899	0.0261
2	28.4	0.0952	0.1009	0.2222	0.0056
3	29.9	0.1429	0.1333	0.2562	0.0096
4	30.7	0.1905	0.1527	0.2748	0.0378
5	31.5	0.2381	0.1735	0.2937	0.0646
6	31.5	0.2857	0.1735	0.2937	0.1122
7	33.3	0.3333	0.2250	0.3371	0.1083
8	34.4	0.3810	0.2593	0.3639	0.1217

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

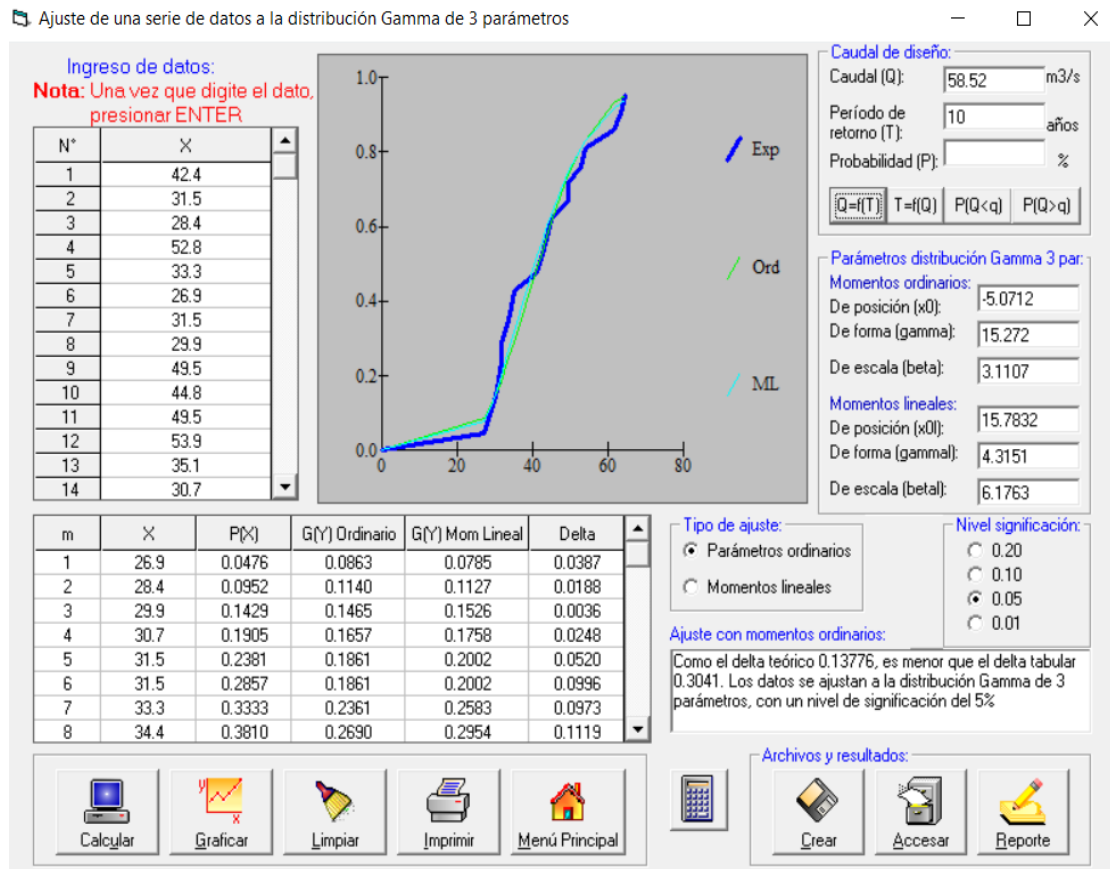
Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1466, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

Con la distribución Gamma de 2 parámetros, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 hora es de 57.88 mm.

Distribución Gamma De 3 Parámetros

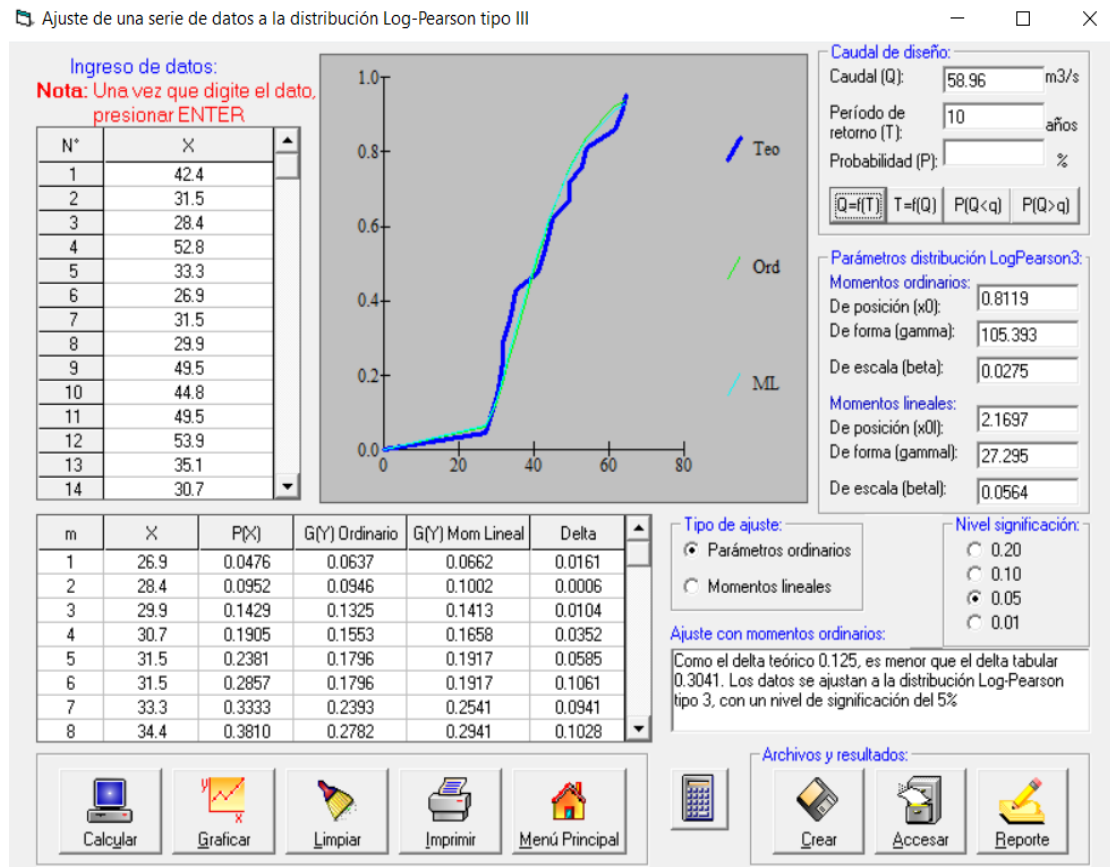
Para una distribución Gamma de 3 parámetros obtenemos:



Con la distribución Gamma de 3 parámetros, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 hora es de 58.52 mm.

Distribución Log-Pearson Tipo III

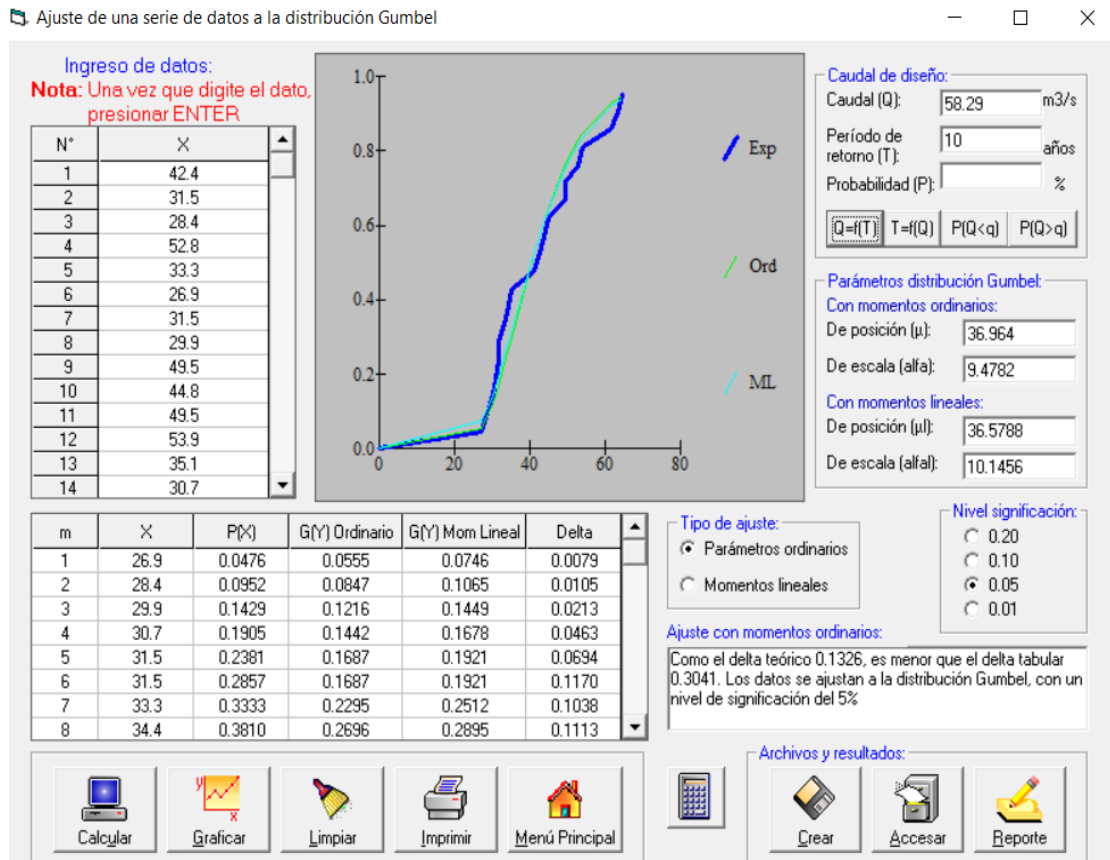
Para la distribución Log-Pearson tipo III obtenemos:



Con la distribución Log-Pearson tipo III, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 hora es de 58.96 mm.

Distribución Gumbel

Para una distribución Gumbel obtenemos:



Con la distribución Gumbel, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 hora es de 58.29 mm.

Distribución LogGumbel

Para una distribución logGumbel obtenemos:

Ajuste de una serie de datos a la distribución logGumbel o distribución de Fréchet

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	42.4
2	31.5
3	28.4
4	52.8
5	33.3
6	26.9
7	31.5
8	29.9
9	49.5
10	44.8
11	49.5
12	53.9
13	35.1
14	30.7

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 59.03 m3/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución logGumbel:
 Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 3.5828
 De escala (alfa): 0.2201
 Con momentos lineales:
 De posición (μ): 3.5719
 De escala (alfa): 0.2389

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	26.9	0.0476	0.0236	0.0397	0.0240
2	28.4	0.0952	0.0535	0.0765	0.0417
3	29.9	0.1429	0.0986	0.1258	0.0443
4	30.7	0.1905	0.1281	0.1563	0.0624
5	31.5	0.2381	0.1607	0.1889	0.0774
6	31.5	0.2857	0.1607	0.1889	0.1250
7	33.3	0.3333	0.2416	0.2670	0.0917
8	34.4	0.3810	0.2937	0.3159	0.0873

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1250, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Reporte

Calculador, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal

Con la distribución logGumbel, para un periodo de retorno de 10 años nos indica que la precipitación máxima probable en 24 hora es de 59.03 mm.

Precipitaciones máximas

Para determinar la precipitación máxima en 24 horas, con la que trabajaremos.

Comparamos las obtenidas en cada una de las distribuciones:

Tabla 3: Resumen de las distribuciones y sus precipitaciones máximas probables

Distribución	Periodo de	Precipitación
	retorno (años)	máxima 24h (mm)
Normal	10	58.02
LogNormal 2 parámetros	10	58.65
LogNormal 3 parámetros	10	58.10
Gamma 2 parámetros	10	57.88
Gamma 3 parámetros	10	58.52
Log-Pearson tipo III	10	58.96
Gumbel	10	58.29
logGumbel	10	59.03

Fuente: elaboración propia

Trabajamos con la precipitación máxima probable de la distribución logGumbel (59.03mm), puesto que es la más desfavorable para el diseño.

Ahora se calcula la lámina de lluvia para un periodo de retorno de 10 años y una duración de 60 min. Utilizamos la Ec. 04.

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=1h} = 0.3862 P_{\text{máx 24 horas}}^{T_R=10 \text{ años}} = 0.3862 * 59.03 \text{ mm} = 22.79 \text{ mm}$$

Luego calculamos las precipitaciones máximas para distintos periodos de retorno y diferentes tiempos de duración de lluvias, haciendo uso de la Ec. 03:

Tabla 4: Valores de precipitación en mm, para diversos TR y Dt=t

Periodo duración	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
Dt: min					
10	6.98	9.00	10.53	12.55	14.08
20	9.74	12.56	14.69	17.50	19.63
30	11.59	14.94	17.47	20.82	23.36
40	13.02	16.78	19.63	23.39	26.24
50	14.20	18.31	21.41	25.52	28.62
60	15.22	19.62	22.94	27.34	30.67
70	16.11	20.77	24.30	28.95	32.48
80	16.92	21.81	25.51	30.40	34.10
90	17.65	22.75	26.61	31.72	35.58
100	18.32	23.62	27.63	32.93	36.93
110	18.95	24.43	28.57	34.05	38.19
120	19.53	25.18	29.45	35.10	39.37

Fuente: elaboración propia.

Intensidad Máxima Calculada

Haciendo uso de las precipitaciones máximas probables encontramos las intensidades máximas. Mostradas en el siguiente cuadro:

Tabla 5: Intensidad máxima en mm/hr para distintos periodos de retorno y diferentes duraciones

Periodo duración	Tiempo de retorno en años				
Dt: min	2	5	10	25	50
10	41.90	54.02	63.18	75.30	84.46
20	29.22	37.67	44.06	52.51	58.90
30	23.18	29.88	34.95	41.65	46.72
40	19.53	25.17	29.45	35.09	39.36
50	17.04	21.97	25.70	30.62	34.35
60	15.22	19.62	22.94	27.34	30.67
70	13.81	17.80	20.82	24.82	27.84
80	12.69	16.36	19.13	22.80	25.57
90	11.77	15.17	17.74	21.14	23.72
100	10.99	14.17	16.58	19.76	22.16
110	10.34	13.32	15.58	18.57	20.83
120	9.77	12.59	14.73	17.55	19.68

Fuente: Elaboración propia

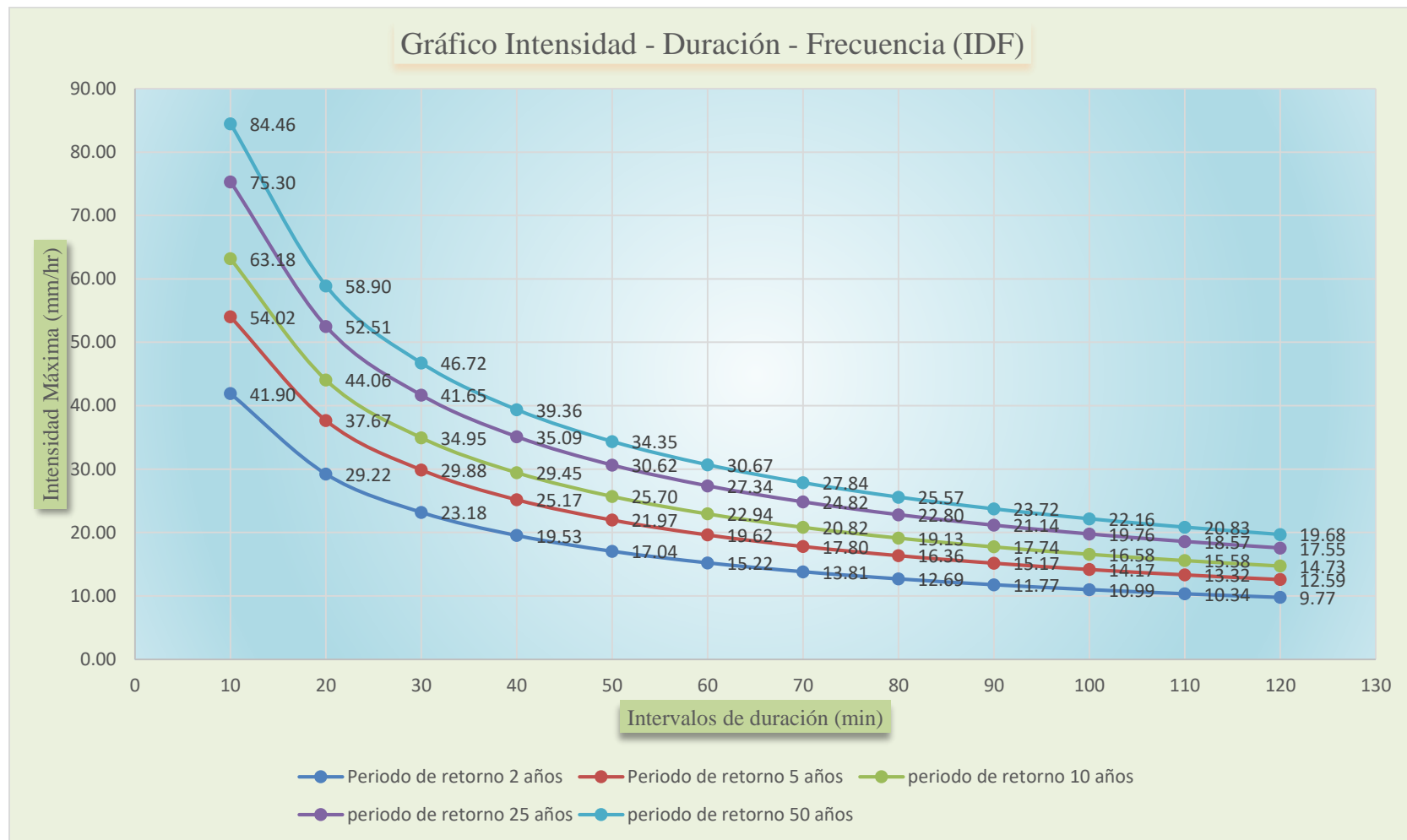


Figura 2: Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia modelo Federich Bell (1969)

3.4.1.2.2. Modelo del Soil Conservation Service (Scs)

Utilizando los datos de precipitaciones máximas en mm en 24 horas, de acuerdo al modelo del Soil Conservación Service (SCS) se calcula la intensidad máxima en mm/hr, para distintos periodos de retorno y diferentes tiempos de duración.

$$I_T = \frac{0.280049 * P_{PTR}}{T_C^{0.6}} \dots\dots\dots \text{Ec. 05}$$

Donde:

I_T : Intensidad de lluvia (mm/hr), para un periodo de retorno

P_{PTR} : Precipitación máxima (mm), para un tiempo de retorno.

T_C : Tiempo de concentración (hrs).

Ahora se procede a realizar las distribuciones en el software HIDROESTA:

Distribución Normal

The image displays five screenshots of the HIDROESTA software interface, each showing the 'Caudal de diseño' (Design Flow Rate) calculation for different return periods (T) and probabilities (P). The 'Q=f(T)' button is selected in each case.

Período de retorno (T) [años]	Caudal (Q) [m3/s]
2	42.44
5	52.66
10	58.02
25	63.72
50	67.41

Distribución LogNormal 2 Parámetros

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Distribución LogNormal 3 Parámetros

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Distribución Gamma 2 Parámetros

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Distribución Gamma 3 Parámetros

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m3/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Distribución Log-Pearson Tipo III

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Distribución Gumbel

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): m³/s

Período de retorno (T): años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Distribución LogGumbel

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 39.00 m³/s

Período de retorno (T): 2 años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 50.04 m³/s

Período de retorno (T): 5 años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 59.03 m³/s

Período de retorno (T): 10 años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 72.73 m³/s

Período de retorno (T): 25 años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 84.91 m³/s

Período de retorno (T): 50 años

Probabilidad (P): %

Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Precipitaciones Máximas

Las precipitaciones máximas probables en mm en 24 horas obtenidas de las distribuciones se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 6: Precipitaciones máximas probables en mm en 24 horas para distintos periodos de retorno

DISTRIBUCIÓN	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
Normal	42.44	52.66	58.02	63.72	67.71
logNormal 2 p	40.85	51.80	58.65	66.96	72.94
logNormal 3 p	40.87	51.50	58.10	66.06	71.77
Gamma 2 p	41.37	51.80	57.88	64.85	69.62
Gamma 3 p	41.40	52.55	58.52	65.69	70.58
log-pearson t3	66.08	51.64	58.96	68.19	75.06
Gumbel	40.44	51.18	58.29	67.28	73.95
LogGumbel	39.00	50.04	59.03	72.73	84.91

Fuente: Elaboración propia

Se utiliza las precipitaciones de las distribuciones LogGumbel puesto que son mayores y por ende más desfavorables.

Intensidad Máxima

Las intensidades máximas (mm/hr) para distintos tiempos de retorno y periodos de duración se calcula haciendo uso de la Ec. 05.

Tabla 7: Intensidades de precipitación en mm/hr; para diversos TR y Dt=t

Periodo duración Dt: min	Tiempo de retorno en años				
	2	5	10	25	50
10	32.00	41.06	48.44	59.68	69.68
20	21.11	27.09	31.96	39.37	45.97
30	16.55	21.24	25.06	30.87	36.04
40	13.93	17.87	21.08	25.98	30.33
50	12.18	15.63	18.44	22.72	26.53
60	10.92	14.01	16.53	20.37	23.78
70	9.96	12.78	15.07	18.57	21.68
80	9.19	11.79	13.91	17.14	20.01
90	8.56	10.99	12.96	15.97	18.64
100	8.04	10.31	12.17	14.99	17.50
110	7.59	9.74	11.49	14.16	16.53
120	7.21	9.25	10.91	13.44	15.69

Fuente: Elaboración propia

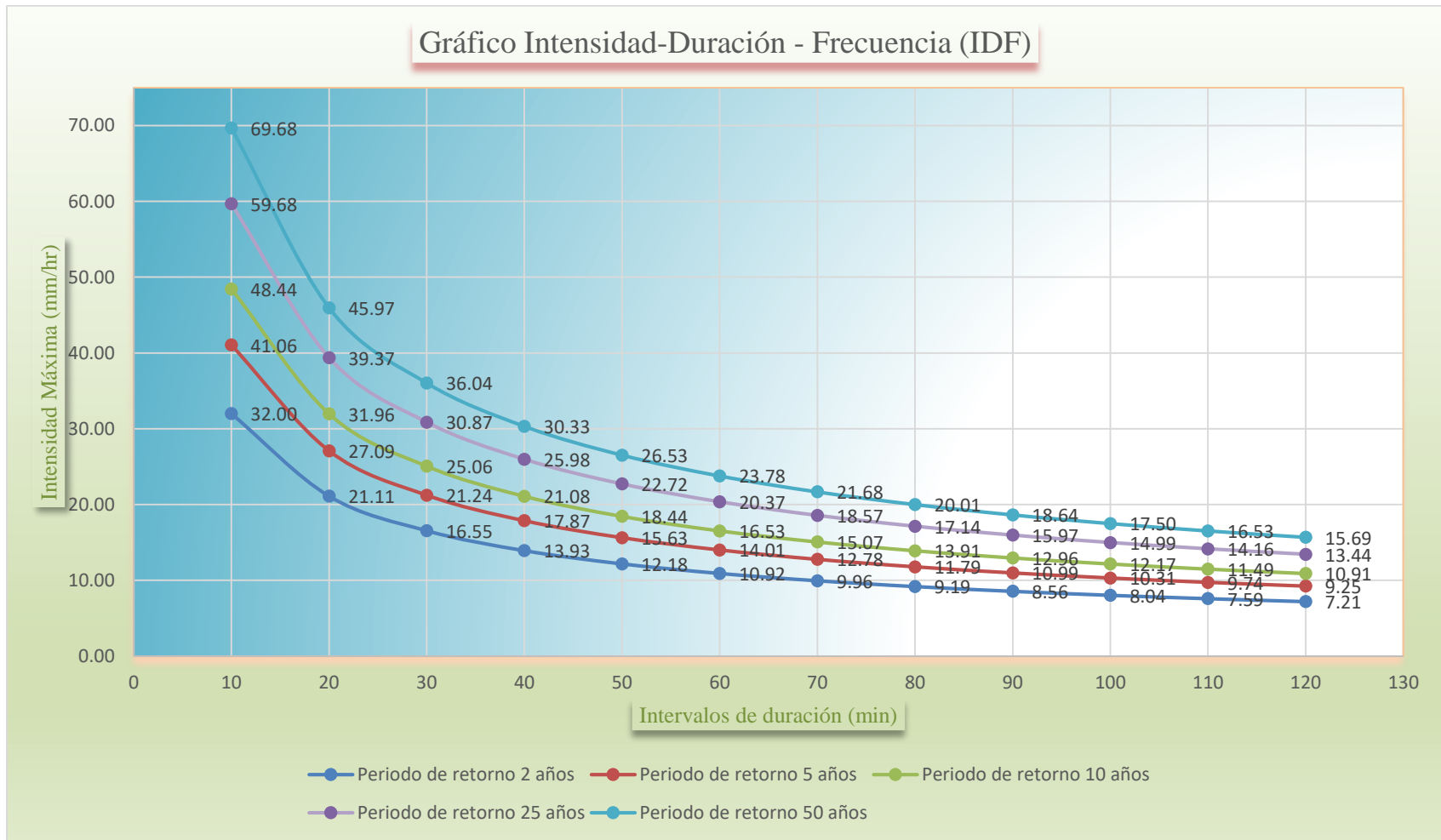


Figura 3: Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia modelo SCS

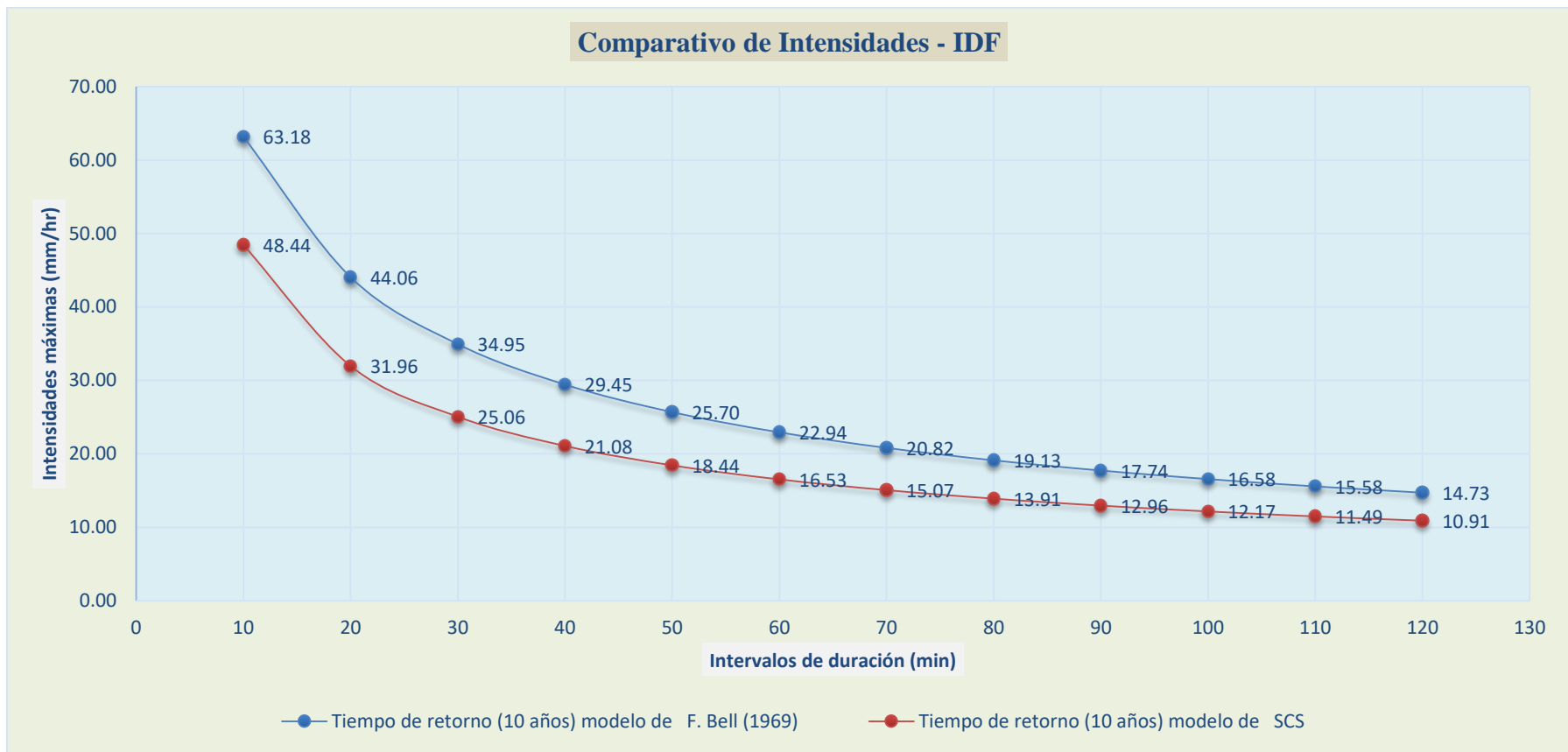


Figura 4: Curvas IDF. modelo Federich Bell Vs modelo SCS

Para el estudio se considera las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia del modelo Federich Bell, por ser el que nos da mayor intensidad.

3.4.1.3. *Redes de flujo*

Las redes de flujo se determinan de acuerdo a lo identificado en campo y ubicadas en el plano topográfico del cual se obtiene sus longitudes, pendientes, áreas tributarias y tiempos de concentración. El anexo 3-A indica las redes de flujo formadas por las calles. El sentido del flujo está indicado por calles, formándose una variedad de tramos que a su vez forman redes de flujo, estos discurren por diferentes direcciones para finalmente concentrarse en los lugares de descarga que son en la parte baja del jirón Chinchá Alta; las diversas trayectorias que describe el flujo en su curso desde el punto inicial hasta el lugar de descarga se denomina recorrido.

3.4.1.4. *Tiempo de concentración*

El tiempo de concentración es el tiempo que demora una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado hasta el final de la microcuenca, en este caso el punto de descarga. El sentido del flujo describe distintos recorridos y por ende existen distintos tiempos de concentración.

Según la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones los tiempos de concentración se calculan con la fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385} \dots\dots\dots \text{Ec. 06}$$

Donde:

t_c : Tiempo de concentración (min)

L: Longitud del cauce (m)

S: pendiente del cauce (m/m)

Nota: los tiempos de concentración se calculan por tramos y el tiempo total es la sumatoria de los tiempos de concentración de los tramos que conforman el recorrido.

Ver tramos en el Anexo 2-A.

Ver tiempos de concentración calculados para todos los recorridos en el Anexo 2-D.

Para la evaluación y diseño se utiliza un tiempo de concentración igual a 10 minutos, pues tenemos otros tiempos calculados y algunos de ellos son menores. Teniendo en cuenta la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano, del Reglamento Nacional de Edificaciones “en ningún caso el tiempo de concentración debe ser inferior a 10 min”, entonces consideramos el límite.

La intensidad máxima para un periodo de retorno de 10 años y para una duración de 10 minutos, es de 54.91 mm/hr.

3.4.1.5. Intensidad estimada para el cálculo.

Para estimar la intensidad se ingresa valores de Intensidad-Duración- Frecuencia calculados con el modelo antes seleccionado (Tabla 8) al software HidroEsta en forma de tríos. Como indica la figura.

Tabla 8: Valores de intensidades máximas en mm/hr, para distintos periodos de retorno y tiempos de duración modelo Federich Bell

Periodo duración	Tiempo de retorno en años				
Dt: min	2	5	10	25	50
2	64.72	83.43	97.58	116.29	130.44
5	55.99	72.17	84.42	100.60	112.85
10	41.90	54.02	63.18	75.30	84.46
15	34.15	44.03	51.50	61.37	68.84
20	29.22	37.67	44.06	52.51	58.90
25	25.76	33.21	38.85	46.29	51.93
30	23.18	29.88	34.95	41.65	46.72
40	19.53	25.17	29.45	35.09	39.36
50	17.04	21.97	25.70	30.62	34.35
60	15.22	19.62	22.94	27.34	30.67
70	13.81	17.80	20.82	24.82	27.84
80	12.69	16.36	19.13	22.80	25.57
90	11.77	15.17	17.74	21.14	23.72
100	10.99	14.17	16.58	19.76	22.16
110	10.34	13.32	15.58	18.57	20.83
120	9.77	12.59	14.73	17.55	19.68

Fuente: elaboración propia

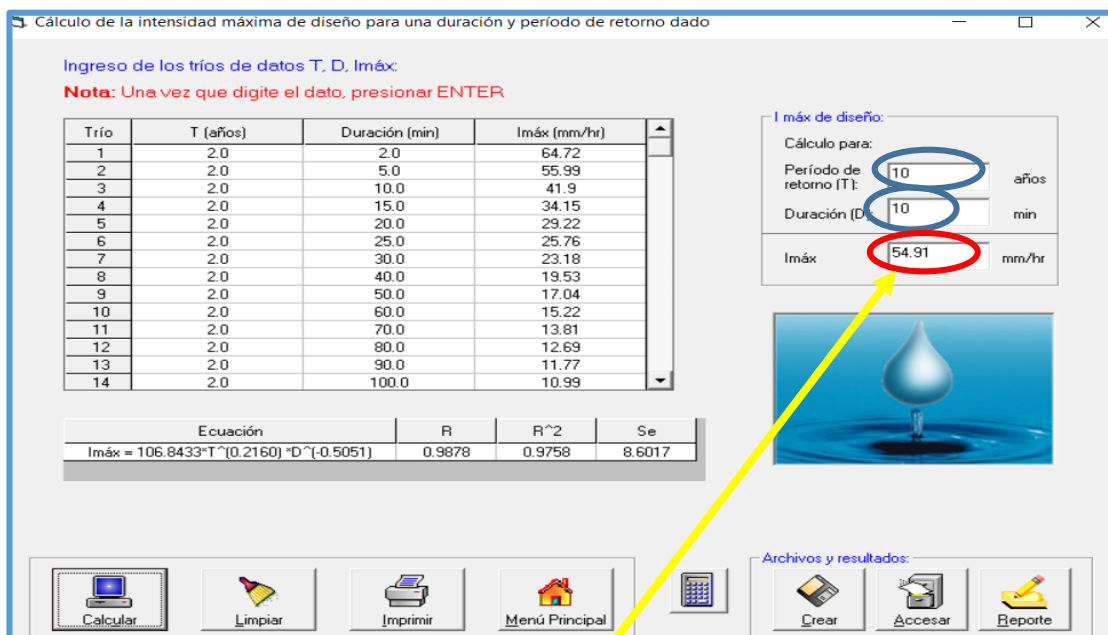


Figura 5: Intensidad Máxima (mm/hr) modelo Federich Bell
Se obtiene una intensidad de 54.91 mm/hr.

3.4.2. Cálculo de los caudales de diseño para las redes de flujo

El cálculo de los caudales de diseño para las redes de flujo se calculó según lo antes mencionado (utilizando el Método Racional). Siendo este en un cierto punto, la sumatoria de los caudales que llegan hasta ese punto; y el caudal para un tramo, la sumatoria de los caudales hasta el punto de inicio del tramo más el caudal unitario del mismo.

Ejemplo:

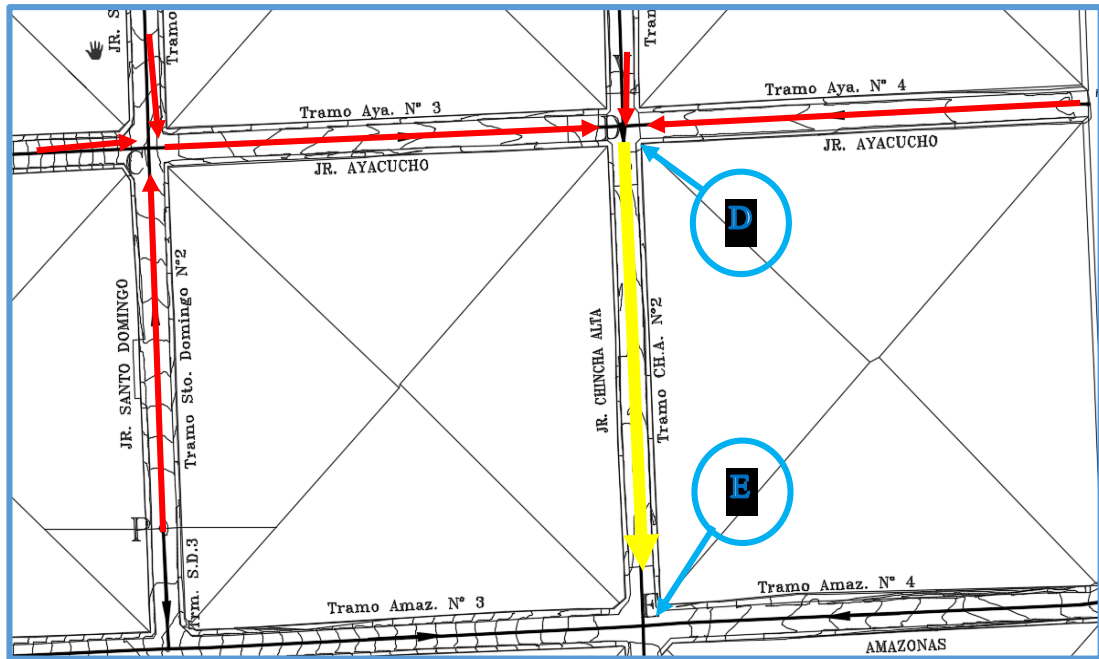


Figura 6: Ejemplo de cálculo de caudales máximos de diseño

$$Q_{D-E} = Q_D + Q_{D-E}$$

Los caudales de diseño para las redes de flujo de toda el área de influencia se muestran en el Anexo 2-E, mientras que los caudales sólo de los tramos correspondientes al jirón Chinca Alta se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9: Caudales de diseño

Tramo	Calle	Q _{máx.} (m ³ /seg)
D-E	05	0.556
E-F	06	0.891
F-G	07	1.154
G-H	08	1.291
H-I	09	1.427
I-J	10	1.558

Fuente: Elaboración propia

3.5. Secciones del sistema de drenaje pluvial existente

Para obtener las secciones del sistema de drenaje existente se realizó una identificación en campo:

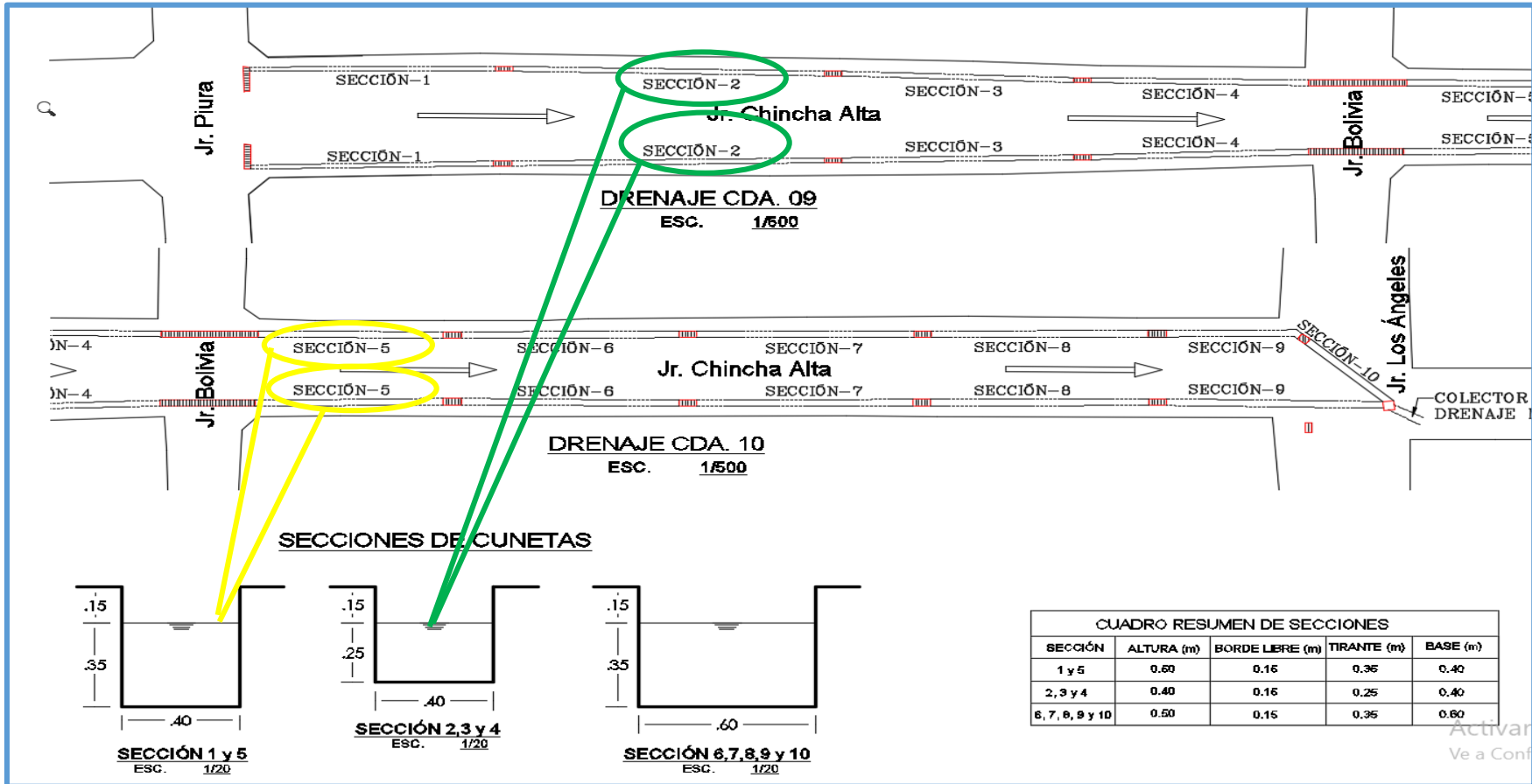


Figura 7: Secciones del sistema de drenaje existente

Como se observa en la figura 8 tenemos sistema de drenaje en las cuadras 09 y 10 del jirón Chinchá Alta, del cual se identificaron 10 secciones en las ubicaciones mostradas en la figura 7.

De las secciones identificadas consideramos dos secciones (figura 8) condicionantes para la evaluación.

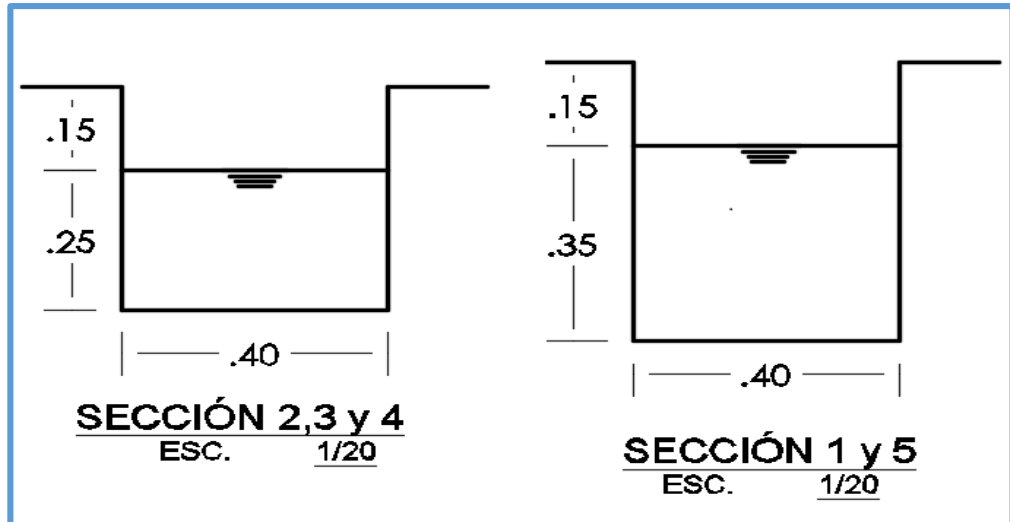


Figura 8: Secciones 2 y 5

3.5.1. Sección 2

Se escoge esta sección para el análisis, puesto que es menor que la sección anterior y está ubicada después, la sección 2 sí puede evacuar el mismo caudal que la sección 1, pero lo haría a una mayor velocidad, que se considera desfavorable para el tiempo de vida útil de la estructura; así que analizamos la capacidad hidráulica de la sección 2 para la cuadra 09.

3.5.2. Sección 5

Se escoge esta sección para el análisis, puesto que es la sección menor y por lo tanto la de menos capacidad; así que se analiza la capacidad hidráulica de la sección 5 para la cuadra 10.

La siguiente tabla resume las características de las secciones 2 y 5.

Tabla 10: Características hidráulicas de las secciones 2 y 5

Sección	Dimensiones (m)			Elevación		Long. (m)	S (%)
	Base	Altura	Tirante	Inicio	Fin		
1	0.40	0.40	0.250	2324.809	2317.093	90.22	8.63%
	0.40	0.40	0.250	2325.117	2317.041	90.20	8.63%
2	0.40	0.50	0.350	2317.093	2308.215	97.17	8.97%
	0.40	0.50	0.350	2317.041	2308.215	97.17	8.97%

Fuente: Elaboración propia

3.6. Capacidad hidráulica y eficiencia de operación del sistema de drenaje actual

3.6.1. Capacidad hidráulica de secciones

Las secciones indicadas como determinantes en la capacidad hidráulica del sistema podrán evacuar un caudal determinado. Este caudal se calculará con la ecuación de Manning para canales abiertos.

$$Q = AxV = \frac{(AxR_h^{2/3}xS^{1/2})}{n} \dots\dots\dots \text{Ec. 07}$$

Donde:

- Q: Caudal (m³/seg)
- V: Velocidad media (m/s)
- A: Área de la sección (m²)
- P: Perímetro mojado (m)
- R_h: Radio hidráulico (m)
- S: Pendiente del fondo (m/m)
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

Los valores del coeficiente “n” nos da la Norma OS.060 –Drenaje pluvial urbano, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 11: Valores del Coeficiente de rugosidad de Manning

Cuneta de las Calles	Coeficiente de Rugosidad N
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1)Textura Lisa	0,013
2)Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1)Liso	0,013
2)Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1)Acabado con llano de Madera	0,014
2)Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,017
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en:	0.002

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Seleccionamos el coeficiente 0.014 correspondiente a pavimento de concreto con el acabado del encofrado de madera.

El tirante hidráulico lo obtenemos restando la altura de la sección menos el borde libre.

Borde libre

El borde libre es la distancia vertical desde la parte superior del canal hasta la superficie del agua en la condición de diseño. Esta distancia debe ser considerada para prevenir ondas y fluctuaciones. No existe una regla universalmente aceptada para el cálculo del borde libre debido a que las ondas o las fluctuaciones en un canal pueden ocurrir por muchas causas, una de estas las velocidades muy altas en pendientes pronunciadas. Te (2004).

Entonces considerando que tenemos una pendiente pronunciada escogemos un borde libre de 0.15m en ambas secciones.

Ahora procedemos a calcular la capacidad hidráulica para cada una de las secciones.

3.6.1.1. Sección 2

Datos:	
Tirante (y):	0.25 m
Ancho de solera (b):	0.40 m
Talud (Z):	0
Coeficiente de rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.0863 m/m

Resultados:			
Caudal (Q):	0.4850 m ³ /s	Velocidad (v):	4.8497 m/s
Área hidráulica (A):	0.1000 m ²	Perímetro (p):	0.9000 m
Radio hidráulico (R):	0.1111 m	Espejo de agua (T):	0.4000 m
Número de Froude (F):	3.0968	Energía específica (E):	1.4488 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Capacidad de evacuación para la sección 2, en un lado de la calle es $0.4850\text{m}^3/\text{seg}$
Entre ambos lados suman $Q=0.970\text{m}^3/\text{seg}$.

3.6.1.2. Sección 5

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Tirante (y): m
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Coeficiente de rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m

Resultados:

Caudal (Q): m³/s Velocidad (v): m/s
 Área hidráulica (A): m² Perímetro (p): m
 Radio hidráulico (R): m Espejo de agua (T): m
 Número de Froude (F):
 Tipo de flujo: Energía específica (E): m-Kg/Kg

Calculador Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Capacidad de evacuación para la sección 5, en un lado de la calle es $0.7578 \text{ m}^3/\text{seg}$, Entre ambos lados suman $Q=1.516 \text{ m}^3/\text{seg}$.

La tabla 11 resume las secciones y sus capacidades hidráulicas.

Tabla 12: Capacidad hidráulica: Secciones 2 y 5

Sección	Dimensiones (m)			Capacidad (m ³ /seg)	Q (m ³ /seg)
	Base	Altura	Tirante		
2	0.40	0.40	0.250	0.4850	0.970
	0.40	0.40	0.250	0.4850	
5	0.40	0.50	0.350	0.7578	1.5256
	0.40	0.50	0.350	0.7578	

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Eficiencia de operación de las secciones existentes

La eficiencia de operación se define como la relación entre el caudal máximo de diseño, entre el caudal máximo que puede evacuar dicha sección. Las capacidades hidráulicas corresponden a las calculadas anteriormente (Tabla 11), Mientras que los caudales máximos de diseño son:

3.6.3. Sección 2

Está ubicada en la cuadra 9 y corresponde al tramo H-I del Anexo 2-E, y el caudal máximo de diseño para este tramo es 1.427 m³/seg.

3.6.4. Sección 5

Está ubicada en la cuadra 10 y corresponde al tramo I-J del Anexo 2-E, y el caudal máximo para este tramo es 1.558 m³/seg.

La tabla muestra la eficiencia de operación que vienen trabajando las secciones del sistema de drenaje pluvial.

Tabla 13: Eficiencia de Operación: Secciones 2 y 5

Sección	Dimensiones (m)			Capacidad (m3)	Q (m3)	Q máx.(m3)	Eficiencia (%)
	Base	Altura	Tirante				
2	0.40	0.40	0.250	0.4850	0.970	1.427	147%
	0.40	0.40	0.250	0.4850			
5	0.40	0.50	0.350	0.7578	1.516	1.558	103%
	0.40	0.50	0.350	0.7578			

Fuente: elaboración propia

3.6.5. Diseño del sistema de drenaje pluvial

3.6.5.1. Diseño hidráulico de cunetas.

3.6.5.1.1. Sección hidráulica

Para el diseño se realizó lo siguiente:

- Se optó por una sección rectangular para disminuir el tirante y para aumentar la sección de las calles ya que mayormente en nuestra ciudad contamos con vías angostas.
- Para el cálculo de las secciones de las cunetas se utilizó la ecuación de Manning (Ec. 07)
- Coeficientes de rugosidad según la tabla 10.
- Ancho de solera según la tabla 13.

Tabla 14: Ancho de Solera en Función de Caudal

Caudal Q (m ³ /seg)	Ancho de solera b (m)
Menor de 0.100	0.3
Entre 0.100 y 0.200	0.5
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor de 0.400	1

Fuente: Villón, M. (2007).

la siguiente tabla muestra los factores utilizados para obtener las secciones hidráulicas de las cunetas.

Tabla 15: Factores para la ecuación de Manning

Tramo	Factores para la Ecuación de Manning		
	Q(m ³ /seg.)	S(m/m)	n
Tramo V-D	0.0006	0.006	0.014
Tramo D-E	0.556	0.0089	0.014
Tramo E-F	0.891	0.0117	0.014
Tramo F-G	1.1544	0.075	0.014
Tramo G-H	1.2906	0.1354	0.014
Tramo H-I	1.4269	0.0863	0.014
Tramo I-J	1.5578	0.0897	0.014
Tramo G-H	1.2906	0.1354	0.014
Tramo H-I	1.4269	0.0863	0.014
Tramo I-J	1.5578	0.0897	0.014

Fuente: elaboración propia

Se realizó el cálculo de las Secciones Hidráulicas con el programa HCANALES V 3.0. Para obtener el tirante se ingresó tanto el caudal, la pendiente, el coeficiente de Rugosidad de Manning y el ancho de solera considerada de 0.50m y 0.60m.

A continuación de observar las secciones obtenidas por tramos.

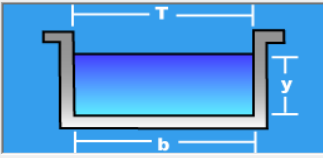
Tramo D-E

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CHACHAPOYAS** Proyecto: **JIRON CHINCHA ALTA**
 Tramo: **D-E (CUADRA N°5)** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	0.556	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.5	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.0089	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5366	m	Perímetro (p):	1.5732	m
Area hidráulica (A):	0.2683	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1705	m
Espejo de agua (T):	0.5000	m	Velocidad (v):	2.0723	m/s
Número de Froude (F):	0.9032		Energía específica (E):	0.7555	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el nombre del Proyecto 17:36 17/11/2018

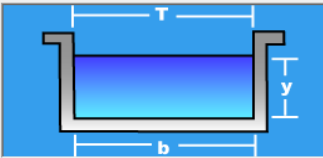
Tramo E-F

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CHACHAPOYAS** Proyecto: **JIRON CHINCHA ALTA**
 Tramo: **E-F (CUADRA N°6)** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	0.891	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.0135	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5368	m	Perímetro (p):	1.6736	m
Area hidráulica (A):	0.3221	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1924	m
Espejo de agua (T):	0.6000	m	Velocidad (v):	2.7664	m/s
Número de Froude (F):	1.2055		Energía específica (E):	0.9269	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Activa la calculadora 22:12 17/11/2018

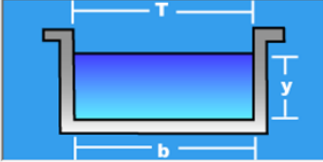
Tramo F-G

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CHACHAPOYAS** Proyecto: **JIRON CHINCHA ALTA**
 Tramo: **F-G (CUADRA N°7)** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	1.154	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.0716	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3418	m	Perímetro (p):	1.2835	m
Área hidráulica (A):	0.2051	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1598	m
Espejo de agua (T):	0.6000	m	Velocidad (v):	5.6275	m/s
Número de Froude (F):	3.0733		Energía específica (E):	1.9559	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Ingresar el tipo de material del canal 11:03 18/11/2018


Tramo G-H

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CHACHAPOYAS** Proyecto: **JIRON CHINCHA ALTA**
 Tramo: **G-H (CUADRA N°8)** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	1.291	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.1354	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.2925	m	Perímetro (p):	1.1849	m
Área hidráulica (A):	0.1755	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1481	m
Espejo de agua (T):	0.6000	m	Velocidad (v):	7.3570	m/s
Número de Froude (F):	4.3434		Energía específica (E):	3.0512	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Ejecuta las operaciones 10:04 18/11/2018

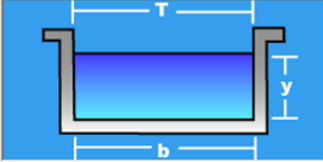
Tramo H-I

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CHACHAPOYAS** Proyecto: **JIRON CHINCHA ALTA**
 Tramo: **H-I (CUADRA N°9)** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	1.427	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.0863	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3744	m	Perímetro (p):	1.3488	m
Area hidráulica (A):	0.2247	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1666	m
Espejo de agua (T):	0.6000	m	Velocidad (v):	6.3520	m/s
Número de Froude (F):	3.3143		Energía específica (E):	2.4309	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Realiza la impresión de la pantalla 10:07 18/11/2018

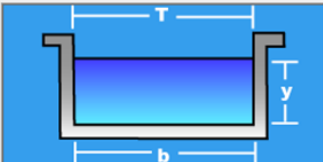
Tramo I-J

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CHACHAPOYAS** Proyecto: **JIRON CHINCHA ALTA**
 Tramo: **I-J (CUADRA N°10)** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	1.558	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.6	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.0897	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3948	m	Perímetro (p):	1.3896	m
Area hidráulica (A):	0.2369	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1705	m
Espejo de agua (T):	0.6000	m	Velocidad (v):	6.5770	m/s
Número de Froude (F):	3.3420		Energía específica (E):	2.5996	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Realiza la impresión de la pantalla 10:11 18/11/2018

Con las características hidráulicas obtenidas y considerando un concreto de 210kg/cm² de resistencia, el diseño se encuentra por debajo de las velocidades máximas, según la tabla proporcionada por La Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 16: Velocidades Máximas en Hormigón en Función de su Resistencia

Resistencia (Kg/cm ²)	Profundidad del Tirante (m)				
	0.5	1	3	5	10
50	9.6	10.6	12.3	13.0	14.1
75	11.2	12.4	14.3	15.2	16.4
100	12.7	13.8	16.0	17.0	18.3
150	14.0	15.6	18.0	19.1	20.6
200	15.6	17.3	20.0	21.2	22.9

Fuente: Krochin Sviatoslav." Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú, 1978

En el caso de velocidades mínimas, estamos por encima de 0.6 m/s que nos especifica el ingeniero Blázquez.

3.6.5.1.2. *Borde libre (bl)*

Se considera borde libre con el objetivo de absorber los niveles extraordinarios, que pueden presentarse por encima del caudal de diseño.

Te (2004) Afirma: "Se considera borde libre con el objetivo de absorber los niveles extraordinarios, que pueden presentarse por encima del caudal de diseño".

Rodríguez (2008) sugiere que: En canales revestidos el borde libre puede ser la quinta parte del tirante.

$$bl = y/5 \quad \dots\dots\dots Ec. 08$$

Donde:

y: Tirante hidráulico.

La tabla 16 muestra el borde libre calculado para cada tramo.

Tabla 17: Borde libre para cada Tramo

Tramo	Cuadra (N)	Borde Libre (bl) <i>bl = y/5</i>
D-E	05	0.11m
E-F	06	0.11m
F-G	07	0.07m
G-H	08	0.06m
H-I	09	0.07m
I-J	10	0.08m

Fuente: elaboración propia

3.6.5.1.3. *Secciones de cunetas asumidas en el diseño del sistema de drenaje*

pluvial

En los tramos D-E y E-F se cuenta con pendiente muy bajas, con el objetivo de aumentar la velocidad y no causar sedimentación se modificó la pendiente del tramo E-F del canal con respecto a la de la rasante del pavimento. En los siguientes tramos se uniformizó las alturas del canal por facilidades constructivas. En la siguiente tabla se indica las alturas, pendientes, ancho de solera considerados para el diseño.

Tabla 18: Secciones para los tramos

Sección	Tramo	Cuadra (N°)	Tirante(y)	Borde Libre (bl)	Altura (H)	Ancho Solera (b)
Tipo 01	D-E	05	0.54m	0.11m	0.65m	0.50m
Tipo 02	E-F	06	0.54m	0.11m-0.28m	0.65m-0.82m	0.60m
Tipo 03	F-G	07	0.34m	0.48m-0.16m	0.82m-0.50m	0.60m
Tipo 04	G-H	08	0.29m	0.21m	0.50m	0.60m
Tipo 05	H-I	09	0.37m	0.13m	0.50m	0.60m
Tipo 06	I-J	10	0.39m	0.11m	0.50m	0.60m

Fuente: elaboración propia

3.6.5.2. *Diseño de sumideros*

Primero se determinó el Tipo de sumidero. La elección del tipo de sumidero dependerá de las condiciones hidráulicas, económicas y de ubicación. En este caso se considera el siguiente tipo de sumidero.

3.6.5.2.1. *Sumideros de Fondo*

Este ingreso consiste en una abertura en la cuneta cubierta por uno o más sumideros. Se utilizarán cuando las pendientes longitudinales de las cunetas sean mayores del 3%. Las rejillas para este tipo de sumideros serán de barras paralelas a la cuneta. Se pondrán agregar barras cruzadas por razones estructurales, pero deberán mantenerse en una posición cercana al fondo de las barras longitudinales.

Los sumideros de fondo pueden tener una depresión para aumentar su capacidad de captación.

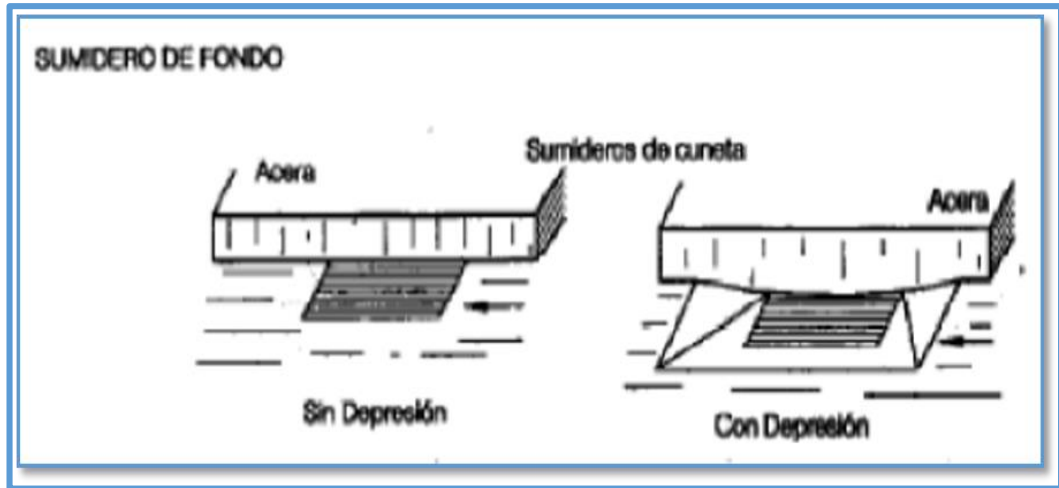


Figura 9: Sumidero de fondo

3.6.5.2.2. *Ubicación de los Sumideros*

Se ubicó los sumideros teniendo en cuenta lo que nos dice las Norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones; en los puntos bajos, esquinas de calles y también se consideró sumideros intermedios debido a la longitud de las calles.

3.6.5.2.3. *Espaciamiento de los sumideros*

En zonas comerciales y para pavimentos de concreto se especifica que no deben quedar a una distancia mayor de 25 m, con objeto de no hacer muy pronunciadas las ondulaciones en el pavimento para dar las pendientes hacia la coladera. Comisión Nacional de Agua (2007).

En este proyecto se utiliza un espaciamiento de 15m.

3.6.5.2.4. *Diseño hidráulico de los sumideros*

El diseño hidráulico de los sumideros se realiza teniendo en cuenta las consideraciones para una boca de tormenta de una cuneta de la Guía de Trabajos Prácticos N° 11. Diseño de Desagües Pluviales Urbano.

Para el cálculo del área se realiza según la siguiente Formula.

$$Q = 2.91 \times A Y^{1/2} \dots\dots\dots \text{Ec. 09}$$

Q: Caudal en m³/seg

A: Área de la reja, excluida las áreas de las barras m².

Cr: coeficiente de reducción por obstrucción o basura.

Y: Profundidad de la lámina.

El área calculada es considerada funcionalmente en toda su capacidad, pero en la realidad esto se ve afectado por motivos como obstrucción de basura; por lo que se multiplica por un coeficiente de reducción (Cr).

Para el diseño se utiliza el caudal máximo unitario de todos los tramos de estudio y la profundidad de la lámina de lluvia para una duración de 10 minutos.

$$Q:0.075 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Cr:0.50$$

$$Y:0.01053\text{m}$$

$$A = \frac{Q}{2.91 \times Y^{1/2}} = \frac{0.075}{2.91 \times 0.50 \times 0.01053^{1/2}} = 0.50 \text{ m}^2$$

El área encontrada anteriormente es el área efectiva sin considerar el área de las láminas de la rejilla, Considerando un espesor de 1/4 " y un espaciamiento de 0.03m de las láminas de la rejilla para obtener el área total (A_T) se adicional un 18% del área efectiva.

$$A_T = A + 18\%(A)$$

$$A_T = 0.50 + 18\%(0.50) = 0.59 \text{ m}^2$$

Ahora bien: teniendo en cuenta las dimensiones de los sumideros del sistema existente y otros sistemas de drenaje de la ciudad Chachapoyas se consideró las siguientes dimensiones:

Tabla 19: Dimensiones de Sumideros

Tipo	Ancho de Solera	Ancho	Longitud	Área Total
01	0.50m	0.64m	1.50m	0.96m ²
02	0.60m	0.76m	1.50m	1.14m ²

Fuente: elaboración propia

3.6.5.2.5. *Rejillas*

Rejillas parara sumidero tipo 01
(Anexo 3-A)

- Platinas de 2 1/2"x1/4" a 25cm.
- Bisagra 3/4"x6" rotatoria 360°.
- Angulo 2 1/2"x1/4".

Rejillas parara sumidero tipo 02
(Anexo 3-A)

- Platinas de 3"x1/4" a 23cm.
- Bisagra 3/4"x6" rotatoria 360°.
- Angulo 3"x1/4".

4. DISCUSIÓN

- En campo se identificó que las cuadras del jirón Chincha Alta drenan hacia dos lados de acuerdo a las pendientes de las calles que son las que determinan el sentido del flujo, las cuadras iniciales (01, 02, 03 y 04) discurren sus aguas hacia el jirón Libertad, las cuadras finales (05, 06, 07, 08, 09, 10) drenan hacia el colector principal ubicado en las intersecciones del jirón en estudio y el jirón los Ángeles. De las dos microcuencas que determina el jirón, se estudió la microcuenca perteneciente a las cuadras finales, puesto que es en estas que se encuentra el sistema de drenaje pluvial.
- En el estudio se identificó varias secciones en el sistema de drenaje, secciones construidas con dimensiones inapropiadas desde el punto de vista funcional y eficiente, esto indica deficiencia de estudios tanto hidrológicos como hidráulicos en el proceso de planeación de los proyectos, corresponde a un problema similar al de otros casos; como el indicado por Zumaeta, R. y Goñas, R. (2017). Determinación de escorrentía y su influencia en el diseño del sistema de drenaje en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, quienes concluyen que la ciudad universitaria tiene un insuficiente sistema de drenaje pluvial debido a escasos estudios hidrológicos y deficientes diseños hidráulicos.
- Las cuadras del jirón Chincha Alta tienen capacidades hidráulicas menores a las de los caudales de diseño. La cuadra 09 puede evacuar hasta $0.970\text{m}^3/\text{seg}$ y el caudal máximo de diseño en esta cuadra es de $1.427\text{m}^3/\text{seg}$, lo que nos indica que tiene un exceso de 47% más de su capacidad. La cuadra 10 evacúa hasta $1.516\text{m}^3/\text{seg}$, mientras que el caudal de diseño para esta cuadra es de $1.558\text{m}^3/\text{seg}$, también esta cuadra no tiene la capacidad hidráulica suficiente para evacuar los caudales máximos de lluvia y es excedida en un 3% más. Estos hallazgos coinciden con los de Yañez, E. en una investigación realizada en la ciudad de Cajamarca-Perú, eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos Y Jr. Santa Rosa, con excesos de 17% y del 52% respectivamente.

- El diseño del sistema de drenaje pluvial está constituido por canales y estructuras de captación, que cuentan con las suficientes capacidades para captar y evacuar las aguas de lluvia, puesto que se realizó el diseño con los caudales máximos por cuadra. Las cunetas diseñadas no permitirán que se depositen materiales sólidos en suspensión debido a que la velocidad mínima considerada en nuestro de diseño es de 2.07m/s. Estando por encima de la mínima de 0.6m/s.
- En las cunetas diseñadas no existirá erosión y garantizan un buen funcionamiento ya que se consideró un concreto de resistencia de 210kg/cm² para el cuerpo del canal y la velocidad máxima obtenida es de 7.36m/s, cumpliendo así con lo dispuesto por la Autoridad Nacional de Agua que para un concreto de 200kg/cm² y para un tirante de 0.50m la velocidad máxima es de 15.6m/s y para un tirante de 1m la velocidad máxima es de 17.3m/s.
- En lo que concierne a pérdidas de energía por el cambio de las secciones de las cunetas de la cuadra 5 a la cuadra 6 se diseñó una transición con una longitud de 0.23m y ángulo de 12.5° para tener pérdidas mínimas de energía.
- El diseño garantiza absorber los niveles extraordinarios que puedan prestarle por encima del caudal de diseño ya que se consideró bordes libres mínimos la quinta parte del tirante hidráulico.
- La estructura de Captación se considerará de material y dimensiones utilizadas en la zona de estudio ya que se ve que funcionan de manera adecuada, los espaciamientos de los sumideros son aproximadamente de 15 m similares a las utilizadas en esta ciudad.

5. CONCLUSIONES

- El área de influencia cuenta con una orografía muy variable que va desde terrenos planos con una pendiente longitudinal de 0.89 % (cuadra 05), hasta terrenos escarpados con una pendiente longitudinal de 13.54% (cuadra 08).
Las cuadras 05, 06, 07, 08, 09 y 10; tienen áreas tributarias y coeficientes de escorrentía ponderados de: 4597.56m² y 0.95, 4645.60m² y 0.95, 4650.91m² y 0.95; 4948.78m² y 0.95; 5204.91m² y 0.94; 4847.03m² y 0.95 respectivamente.
- Los caudales de diseño en m³/seg; para las Cuadras 05 (tramo D-E), 06 (tramo E-F), 07 (tramo F-G), 08 (tramo G-H), 09 (tramo H-I) y 10 (tramo I-J) son de: 0.556, 0.891, 1.154, 1.291, 1.427 y 1.558 respectivamente.
- En el sistema de drenaje existente se caracterizaron dos secciones determinantes por ser las más desfavorables en la capacidad hidráulica del sistema: Sección 2 de base 0.40m y altura igual a 0.40m en la cuadra 9; y sección 5 de base 0.40m y altura 0.50m en la cuadra 10.
- La cuadra 09 tiene una capacidad hidráulica de 0.97m³/seg y una eficiencia operativa de 147%; mientras que la cuadra 10 tiene una capacidad hidráulica de 1.516m³/seg y una eficiencia operativa del 103%.
- El diseño hidráulico elaborado cuenta con elementos dotados de dimensiones suficientemente apropiadas, capaces de responder a las solicitudes más exigentes de la lluvia: Sumideros a cada 15m aproximadamente, con la capacidad de absorber las láminas de lluvia hasta de duraciones inferiores a 10min y con rejillas resistentes al paso del tráfico; con cunetas de dimensiones capaces de conducir todos los caudales máximos por cuadra llegando a evacuar un total de 1.558m³/seg al final del jirón.

6. **RECOMEDACIONES**

A las entidades:

- A los profesionales que laboran en las entidades y estén a cargo de la ejecución de los proyectos, enfatizar en el control de los mismos para que los diseños elaborados en los expedientes se vean plasmados en la ejecución y así lograr la buena funcionalidad de los elementos construidos.
- Realizar estudios hidrológicos detallados para determinar los caudales de diseños más cercanos a la realidad y por ende realizar un diseño hidráulico que nos proporcione secciones con capacidades hidráulicas suficientes.

A la Universidad:

- Dictar Cursos referentes a diseño de sistemas de drenaje pluvial ya que son temas poco tocados, pero de importancia en zonas con altas precipitaciones como es el caso de nuestra ciudad y tener en cuenta que los cursos se dicten por profesionales conocedores en el tema.
- Promover exteriormente a las entidades los estudios realizados en las diferentes investigaciones, ya que podrían ser de utilidad para dar alguna solución a los problemas presentados.
- Apoyar las investigaciones para que continúen desarrollándose y cada vez se profundice más en los temas y generar nuevos hallazgos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. Lima, Perú.
- Blázquez, F. (2008). *Canales, generalidades. Obras y elementos*.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Coyoacán, México: Edit. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Décima edición). Lima, Perú: MegabyteR:
- Rodríguez, P. (2008). *Hidráulica II*. México.
- Te, Ven. (2004). *Hidráulica de canales abierto*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Villón, M. (2002). *Hidrología*. Lima, Perú: Villón.
- Villón, M. (2007). *Hidráulica de canales* (Segunda Edición). Lima, Perú: Villón.
- Yañez.E.P. (2014). *Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Norte. Cajamarca, Perú.
- Zumaeta, R. y Goñas, R. B. (2017). *Determinación de escorrentía y su influencia en el diseño del sistema de drenaje en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas – Amazonas, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1-A

8.2. Anexo 1-B

8.3. Anexo 2-A

8.4. Anexo 2-B

Tabla 20: Precipitación(mm) máxima en 24 horas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1998	21.90	18.00	30.60	34.40	12.80	2.50	0.50	12.30	9.80	15.60	42.40	4.20	42.40
1999	28.20	31.50	14.00	5.70	15.40	22.00	6.30	15.40	15.50	12.80	11.30	17.50	31.50
2000	10.00	22.10	20.40	13.60	28.40	17.60	2.80	6.40	20.00	2.00	8.20	17.30	28.40
2001	8.20	30.80	17.70	12.50	24.30	2.70	8.50	2.90	11.00	52.80	13.70	10.90	52.80
2002	20.40	26.50	21.90	29.60	18.80	2.70	8.30	4.20	12.50	33.30	14.10	24.80	33.30
2003	26.00	22.50	23.10	16.20	22.70	4.50	2.00	16.90	13.00	19.90	20.50	26.90	26.90
2004	14.10	22.40	31.50	18.30	8.60	16.00	14.40	7.00	13.80	17.30	19.30	18.40	31.50
2005	6.50	23.60	19.80	17.80	29.30	1.80	2.00	12.20	16.00	29.90	18.10	20.20	29.90
2006	24.60	20.20	36.20	18.30	5.00	4.60	13.80	2.00	8.40	49.50	21.30	14.30	49.50
2007	21.90	9.50	29.30	13.50	15.80	1.90	21.40	27.90	9.50	44.80	20.80	28.20	44.80
2008	11.30	28.50	10.10	8.00	15.10	13.00	3.50	8.30	23.00	49.50	21.70	11.20	49.50
2009	18.30	53.90	23.50	48.30	5.60	2.00	8.60	7.40	6.10	36.30	14.00	5.80	53.90
2010	35.10	29.70	21.50	32.10	10.30	14.30	24.80	4.40	8.60	7.70	12.50	14.00	35.10
2011	19.30	11.30	30.70	18.20	30.20	3.20	13.10	5.70	11.50	19.60	9.80	21.00	30.70
2012	26.30	64.60	21.40	20.40	21.80	37.70	1.60	7.00	11.90	48.10	20.40	10.90	64.60
2013	29.90	18.00	34.40	22.20	13.10	5.20	4.70	9.20	10.70	24.10	12.00	15.10	34.40
2014	25.10	13.30	43.70	19.60	22.80	16.80	5.50	10.00	13.50	8.90	22.10	32.40	43.70
2015	41.10	27.00	28.00	13.30	14.60	2.80	5.40	16.70	3.30	12.20	19.00	17.70	41.10
2016	32.70	29.20	30.20	42.90	26.40	11.90	3.00	61.50	29.50	35.60	32.20	38.60	61.50
2017	25.10	63.20	48.80	40.10	20.60	22.90	6.30	35.80	21.60	25.40	23.60	29.00	63.20

Fuente: SENAMHI

8.5. Anexo 2-C

Tabla 21: Áreas tributarias y coeficientes de escorrentía

Tramo	Característica de la superficie	Área(m ²)	C	C _{pond.}
V-D	Techos y Azoteas	4.73	0.95	0.87
	Veredas	2.76	0.85	
	Pavimento Adoquines	13.36	0.85	
	Techos y Azoteas	4.73	0.95	
	Veredas	3.42	0.85	
	pavimento Adoquines	12.31	0.85	
D-E	Techos y Azoteas	1960.59	0.95	0.95
	Veredas	89.14	0.85	
	Pavimento Concreto	186.65	0.95	
	Pavimento Adoquines	49.32	0.85	
	Techos y Azoteas	1976.80	0.95	
	Veredas	95.67	0.85	
	Pavimento Concreto	186.51	0.95	
	Pavimento Adoquines	52.88	0.85	
E-F	Techos y Azoteas	1982.46	0.95	0.95
	Veredas	87.06	0.85	
	Pavimento Concreto	218.17	0.95	
	Pavimento Adoquines	26.27	0.85	
	Techos y Azoteas	1994.74	0.95	
	Veredas	57.05	0.85	
	Pavimento Concreto	249.59	0.95	
	Pavimento Adoquines	30.26	0.85	
F-G	Techos y Azoteas	1946.67	0.95	0.95
	Veredas	105.29	0.85	
	Pavimento Concreto	223.4	0.95	
	Techos y Azoteas	2014.19	0.95	
	Veredas	90.91	0.85	
	Pavimento Concreto	270.45	0.95	
G-H	Techos y Azoteas	1962.25	0.95	0.95
	Veredas	62.29	0.85	
	Pavimento Concreto	426.81	0.95	
	Techos y Azoteas	1909.91	0.95	
	Veredas	116.74	0.85	
	Pavimento Concreto	470.78	0.95	
H-I	Techos y Azoteas	2022.16	0.95	0.94
	Veredas	137.98	0.85	
	Pavimento Concreto	421.96	0.95	
	Techos y Azoteas	2059.02	0.95	
	Veredas	129.20	0.85	

Tramo	Característica de la superficie	Área(m2)	C	C pond.
	Pavimento Concreto	434.59	0.95	
I-J	Techos y Azoteas	1974.99	0.95	0.95
	Veredas	118.07	0.85	
	Pavimento Concreto	352.67	0.95	
	Techos y Azoteas	1919.69	0.95	
	Veredas	65.16	0.85	
	Pavimento Concreto	416.45	0.95	
A - B	Techos y Azoteas	2664.95	0.95	0.95
	Veredas	59.44	0.85	
	Pavimento Concreto	273.32	0.95	
	Techos y Azoteas	2014.13	0.95	
	Veredas	78.32	0.85	
	Pavimento Concreto	236.59	0.95	
B-C	Techos y Azoteas	1948.21	0.95	0.95
	Veredas	75.34	0.85	
	Pavimento Concreto	271.65	0.95	
	Techos y Azoteas	1994.58	0.95	
	Veredas	106.64	0.85	
	Pavimento Concreto	223.46	0.95	
C-D	Techos y Azoteas	1985.71	0.95	0.95
	Veredas	103.95	0.85	
	Pavimento Concreto	204.69	0.95	
	Pavimento Adoquines	25.62	0.85	
	Techos y Azoteas	1991.61	0.95	
	Veredas	100.2	0.85	
	Pavimento Concreto	210.11	0.95	
	Pavimento Adoquines	25.47	0.85	
T-D	Techos y Azoteas	2008.59	0.95	0.94
	Veredas	73.14	0.85	
	Pavimento Adoquines	245.07	0.85	
	Techos y Azoteas	1982.28	0.95	
	Veredas	105.37	0.85	
	Pavimento Adoquines	230.55	0.85	
Q-R	Techos y Azoteas	115.73	0.95	0.94
	Veredas	10.29	0.85	
	Pavimento Concreto	51.41	0.95	
	Techos y Azoteas	71.92	0.95	
	Veredas	20.83	0.85	
	Pavimento Concreto	36.7	0.95	
R-S	Techos y Azoteas	1867.61	0.95	0.95
	Veredas	83.13	0.85	
	Pavimento Concreto	269.9	0.95	

Tramo	Característica de la superficie	Área(m2)	C	C pond.
	Techos y Azoteas	2026.62	0.95	
	Veredas	130.59	0.85	
	Pavimento Concreto	212.17	0.95	
S-E	Techos y Azoteas	1962.16	0.95	0.95
	Veredas	81.38	0.85	
	Pavimento Concreto	211.23	0.95	
	Pavimento Adoquines	27.45	0.85	
	Techos y Azoteas	1996.97	0.95	
	Veredas	121.68	0.85	
	Pavimento Concreto	201.71	0.95	
	Pavimento Adoquines	26.68	0.85	
K-E	Techos y Azoteas	1882.4	0.95	0.93
	Veredas	83.36	0.85	
	Pavimento Adoquines	257.87	0.85	
	Techos y Azoteas	2020.93	0.95	
	Veredas	119.6	0.85	
	Pavimento Adoquines	253.54	0.85	
M-F	Techos y Azoteas	1919.33	0.95	0.95
	Veredas	92.76	0.85	
	Pavimento Concreto	242.73	0.95	
	Techos y Azoteas	1982.18	0.95	
	Veredas	96.62	0.85	
	Pavimento Concreto	218.42	0.95	
N-F	Techos y Azoteas	1963.2	0.95	0.95
	Veredas	98.98	0.85	
	Pavimento Concreto	200.45	0.95	
	Pavimento Adoquines	25.65	0.85	
	Techos y Azoteas	1981.14	0.95	
	Veredas	95.27	0.85	
	Pavimento Concreto	206.01	0.95	
	Pavimento Adoquines	25.84	0.85	
Ñ-G	Techos y Azoteas	560.21	0.95	0.95
	Veredas	22.12	0.85	
	Pavimento Concreto	102.57	0.95	
	Techos y Azoteas	553.56	0.95	
	Veredas	31.19	0.85	
	Pavimento Concreto	97.11	0.95	
O-G	Techos y Azoteas	1300.82	0.95	0.95
	Veredas	44.59	0.85	
	Pavimento Concreto	111.28	0.95	
	Techos y Azoteas	1512.55	0.95	
	Veredas	40.44	0.85	

Tramo	Característica de la superficie	Área(m2)	C	C pond.
	Pavimento Concreto	108.81	0.95	
LL-H	Techos y Azoteas	1748.75	0.95	0.95
	Veredas	71.18	0.85	
	Pavimento Concreto	271.04	0.95	
	Techos y Azoteas	1798.3	0.95	
	Veredas	82.46	0.85	
	Pavimento Concreto	272.99	0.95	
Y-I	Techos y Azoteas	2.21	0.95	0.93
	Veredas	2.53	0.85	
	Pavimento Concreto	14.82	0.95	
	Techos y Azoteas	2.41	0.95	
	Veredas	4.1	0.85	
	Pavimento Concreto	10.37	0.95	
RR-I	Techos y Azoteas	1719.37	0.95	0.95
	Veredas	84.52	0.85	
	Pavimento Concreto	260.28	0.95	
	Techos y Azoteas	1776.71	0.95	
	Veredas	91.53	0.85	
	Pavimento Concreto	257.47	0.95	
CH-J	Techos y Azoteas	1644.81	0.95	0.95
	Veredas	123.06	0.85	
	Pavimento Concreto	313.94	0.95	
	Techos y Azoteas	1737.64	0.95	
	Veredas	80.27	0.85	
	Pavimento Concreto	377.49	0.95	
Z-B	Techos y Azoteas	1543.34	0.95	0.95
	Veredas	68.89	0.85	
	Pavimento Concreto	163.03	0.95	
	Techos y Azoteas	1490.39	0.95	
	Veredas	64.78	0.85	
	Pavimento Concreto	183.86	0.95	
X-B	Techos y Azoteas	1074.85	0.95	0.95
	Veredas	49.46	0.85	
	Pavimento Concreto	136.79	0.95	
	Techos y Azoteas	1204.37	0.95	
	Veredas	47.13	0.85	
	Pavimento Concreto	138.04	0.95	
X-R	Techos y Azoteas	854.02	0.95	0.95
	Veredas	44.46	0.85	
	Pavimento Concreto	118.16	0.95	
	Techos y Azoteas	787.02	0.95	
	Veredas	37.52	0.85	

Tramo	Característica de la superficie	Área(m2)	C	C pond.
	Pavimento Concreto	115.33	0.95	
LI-R	Techos y Azoteas	770.97	0.95	0.95
	Veredas	40.46	0.85	
	Pavimento Concreto	114.52	0.95	
	Techos y Azoteas	912.67	0.95	
	Veredas	47.2	0.85	
	Pavimento Concreto	138.12	0.95	
W-C	Techos y Azoteas	1833.44	0.95	0.95
	Veredas	67.01	0.85	
	Pavimento Concreto	245.08	0.95	
	Techos y Azoteas	1913.26	0.95	
	Veredas	79.83	0.85	
	Pavimento Concreto	224.76	0.95	
P-C	Techos y Azoteas	1801.97	0.95	0.95
	Veredas	57.14	0.85	
	Pavimento Concreto	201.79	0.95	
	Techos y Azoteas	1820.16	0.95	
	Veredas	72.06	0.85	
	Pavimento Concreto	195.29	0.95	
P-S	Techos y Azoteas	208.04	0.95	0.94
	Veredas	21.2	0.85	
	Pavimento Concreto	55.14	0.95	
	Techos y Azoteas	187.68	0.95	
	Veredas	21.03	0.85	
	Pavimento Concreto	59.05	0.95	
L-N	Techos y Azoteas	2009.71	0.95	0.94
	Veredas	108.65	0.85	
	Pavimento Adoquines	209.82	0.85	
	Techos y Azoteas	1856.1	0.95	
	Veredas	101.77	0.85	
	Pavimento Adoquines	228.52	0.85	

8.6. Anexo 2-D

Tabla 22: Tiempos De Concentración

Recorrido	Tramos	Long. (m)	S (m/m)	Tc (min)	Tc total (min)
1	A-B	83.16	0.1256	1.302	20.15
	B-C	96.42	0.0801	1.735	
	C-D	95.78	0.0210	2.890	
	D-E	96.56	0.0089	4.046	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
2	Z-B	62.82	0.0324	1.767	20.62
	B-C	96.42	0.0801	1.735	
	C-D	95.78	0.021	2.890	
	D-E	96.56	0.0089	4.046	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
3	W-C	84.62	0.025	2.456	19.57
	C-D	95.78	0.021	2.890	
	D-E	96.56	0.0089	4.046	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
4	V-D	6.48	0.0031	0.760	14.99
	D-E	96.56	0.0089	4.046	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
5	T-D	94.1	0.0115	3.595	17.82
	D-E	96.56	0.0089	4.046	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	

Recorrido	Tramos	Long. (m)	S (m/m)	Tc (min)	Tc total (min)
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
6	X-B	52.17	0.0125	2.210	21.06
	B-C	96.42	0.0801	1.735	
	C-D	95.78	0.0210	2.890	
	D-E	96.56	0.0089	4.046	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
	7	P-C	73.43	0.0255	
C-D		95.78	0.0210	2.890	
D-E		96.56	0.0089	4.046	
E-F		96.51	0.0117	3.641	
F-G		95.98	0.0750	1.773	
G-H		95.23	0.1354	1.404	
H-I		97.19	0.0863	1.696	
I-J		96.81	0.0897	1.666	
8	LI-R	44.92	0.0119	2.008	16.32
	R-S	96.48	0.0579	1.967	
	S-E	96.03	0.0446	2.167	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
9	X-R	44.41	0.0311	1.375	15.69
	R-S	96.48	0.0579	1.967	
	S-E	96.03	0.0446	2.167	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
10	P-S	23.35	0.0198	0.997	13.34
	S-E	96.03	0.0446	2.167	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
11	Q-R	16.96	0.061	0.505	14.82

Recorrido	Tramos	Long. (m)	S (m/m)	Tc (min)	Tc total (min)
	R-S	96.48	0.0579	1.967	
	S-E	96.03	0.0446	2.167	
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
12	K-E	94.02	0.0249	2.668	12.85
	E-F	96.51	0.0117	3.641	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
13	M-F	93.68	0.024	2.699	9.24
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
14	L-N	92.04	0.0201	2.850	12.53
	N-F	96.05	0.017	3.142	
	F-G	95.98	0.0750	1.773	
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
15	Ñ-G	37.59	0.0366	1.136	5.90
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
16	O-G	62.18	0.0882	1.193	5.96
	G-H	95.23	0.1354	1.404	
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
17	LL-H	90.58	0.0747	1.698	5.06
	H-I	97.19	0.0863	1.696	
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
18	RR-I	87.52	0.0417	2.070	3.74
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
19	Y-I	7.46	0.0034	0.816	2.48
	I-J	96.81	0.0897	1.666	
20	I-J	96.81	0.0897	1.666	1.67
21	CH-J	90.1	0.0445	2.065	2.06

8.7. Anexo 2-E

Tabla 23: Caudales en las redes de flujo

Ramal	Intersección	Tramo	Qmáx. (m3/Seg)		
			Unitario	Acum. Tramo	Acum. En Ramal
1	B	A-B	0.077	0.077	0.556m3/seg
		Z-B	0.051	0.051	
		X-B	0.038	0.038	
	C	B-C	0.067	0.233	
		W-C	0.063	0.063	
		P-C	0.060	0.060	
	D	C-D	0.067	0.422	
		V-D	0.001	0.001	
		T-D	0.066	0.066	
E	D-E	0.066	0.556		
2	R	X-R	0.028	0.028	0.891m3/seg
		Q-R	0.004	0.004	
		LI-R	0.029	0.029	
	S	R-S	0.066	0.128	
		P-S	0.008	0.008	
	E	S-E	0.067	0.203	
		K-E	0.066	0.066	
F	E-F	0.067	0.891		
3	N	L-N	0.064	0.064	1.154m3/seg
	F	N-F	0.066	0.131	
		M-F	0.066	0.066	
	G	F-G	0.067	1.154	
4	G	Ñ-G	0.020	0.020	1.291m3/seg
		O-G	0.045	0.045	
	H	G-H	0.071	1.291	
5	H	LL-H	0.061	0.061	1.427m3/seg
	I	H-I	0.075	1.427	
6	I	Y-I	0.001	0.001	1.558m3/seg
		RR-I	0.060	0.060	
	J	I-J	0.070	1.558	

8.8. Anexo 3-A

8.9. Anexo 4-A

8.9.1. Panel fotográfico



En la imagen se muestra la realización del levantamiento topográfico del área de influencia.



En la imagen se muestra la medición en campo de las secciones del sistema existente.